ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)

ปริญญา

พืชไร่ พืชไร่นา

สาขา **ภาควิชา**

เรื่อง การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์

Seed Quality Assessment of 8 Soybean Lines/Varieties

นามผู้วิจัย นายธีรเดช เกลียวกลม

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์วันชัย จันทร์ประเสริฐ, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาตราจารย์จุฑามาศ ร่มแก้ว, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์รังสฤษฎ์ กาวีต๊ะ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์

Seed Quality Assessment of 8 Soybean Lines/Varieties

โดย

นายธีรเดช เกลียวกลม

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)
พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธีรเดช เกลียวกลม 2554: การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่) สาขาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่นา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์วันชัย จันทร์ประเสริฐ, Ph.D. 89 หน้า

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นลักษณะสำคัญที่ควรผ่านการตรวจสอบก่อนการขึ้นทะเบียนพันธุ์และส่งเสริมให้เกษตรกรปลูก เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นพืชที่เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็วในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิสูง วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อประเมินความงอก ความแข็งแรง ความสามารถในการเก็บรักษา และความต้านทานต่อสภาพไม่เหมาะสมในระหว่างการพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นของโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 6 สายพันธุ์ ได้แก่ KUSL3802-1, KUSL3802-4, KUSL3802-6, NS1 1- 12, ST2 43-1 และ KUSL20004 เปรียบเทียบกับพันธุ์ส่งเสริม 2 พันธุ์คือ สจ.5 และ เชียงใหม่ 60 จากการศึกษาการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกและความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนในแปลงปลูก (field weathering) ใน 2 ฤดูปลูกคือปลายฤดูฝน (ส.ค. –พ.ย. 2551) และฤดูแล้ง (ม.ค.-พ.ค. 2552) ของปีเพาะปลูก 2551 พบว่าสายพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อสภาพฟ้าอากาศที่แปรปรวนอยู่ในเกณฑ์ดีคือ KUSL3802-1 และ KUSL3802-6 ส่วนสายพันธุ์ที่อ่อนแอหรือไวต่อสภาพฟ้าอากาศที่แปรปรวนได้แก่ KUSL20004, NS1 1-12, ST2 34-1 และ KUSL3802-4

ผลการประเมินความสามารถในการเก็บรักษา พบว่า สายพันธุ์ KUSL3802-1, KUSL3802-6 และ NS1 1-12 ให้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ สจ.5 ขณะที่สายพันธุ์ ST2 34-1, KUSL3802-4 และ KUSL20004 ให้เมล็ดที่มีคุณภาพในระดับที่ใกล้เคียงกับพันธุ์เชียงใหม่ 60 ส่วนลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างฤดูปลูกและขนาดเมล็ดมีความสัมพันธ์ในทางลบกับความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ที่ในปลูกฤดูแล้ง อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้ สายพันธุ์ KUSL3802-6 และ NS1 1-12 มีความสามารถในการเก็บรักษาค่อนข้างสูงแม้ว่าจะมีขนาดเมล็ดค่อนข้างใหญ่ก็ตาม

_____ _____ ___ / ___ / __

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Teeradech Klaewklom 2011: Seed Quality Assessment of 8 Soybean Lines/ Varieties. Master of Science (Agronomy), Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Thesis Advisor: Associate Professor Wanchai Chanprasert, Ph.D. 89 pages.

Seed quality is an important constraint in soybean breeding program especially in hot-humid regions. Before releasing a soybean variety, its potential in producing good quality seed must be tested. Seed germination, vigor, storability and the ability to withstand unfavorable conditions during development and maturation are characteristics need to be assessed. Six advanced and promising breeding lines of soybean, i.e. KUSL3802-1, KUSL3802-4, KUSL3802-6, NS1 1-12, ST2 34-1 and KUSL20004 under Kasetsart University Soybean Research Project were evaluated comparing to 2 recommended cultivars, i.e. SJ5 and CM60 in 2 growing seasons (late rainy season and dry season). The results from the study of seed deterioration during field storage showed that KUSL3802-1 and KUSL3802-6 were soybean lines best resistant to weathering effect while KUSL20004, NS1 1-12, ST2 34-1 and KUSL3802-4 seemed to be susceptible.

Seed quality after storage revealed that KUSL3802-1, KUSL3802-6 and NS1 1-12 showed high seed quality in both seasons comparing to that of SJ5, while the remainders gave relatively low quality seed similar to that of CM60. Physical properties were different between late rainy season and dry season. Negative correlations were found between seed size and seed storability in dry season. However, KUSL3802-6 and NS1 1-12 which were lines with large seed size showed rather high seed storability in this study.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย จันทร์ประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งในด้านการเรียน ด้านงานวิจัย การแก้ไขและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จุฑามาศ ร่มแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในด้านการเรียน ด้านงานวิจัย แก้ไขและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. จวงจันทร์ ดวงพัตรา ประธานการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย และรองศาสตราจารย์ ดร. สุนันทา จันทกูล ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาพืชไร่นาทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป และขอขอบคุณ คุณสุปราณี งามประสิทธิ์ ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ที่กรุณาช่วยเหลือในการดำเนินงานวิจัยและให้คำปรึกษาตลอดการดำเนินงาน

ขอขอบคุณ คุณทัศนัย จารุวัฒนพันธ์ คุณอารียา นาวินปกาสิตย์ ตลอดจน พี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจจนวิทยานิพนธ์สำเสร็จลุล่วงด้วยดี

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจที่ดีแก่ข้าพเจ้าเสมอมา

ธีรเดช เกลียวกลม

มีนาคม 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	16
อุปกรณ์	16
วิธีการ	17
ผลและวิจารณ์	24
สรุป	71
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	72
ภาคผนวก	83
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	89

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 ความชื้น (เปอร์เซ็นต์) และความงอกมาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ เก็บเกี่ยวที่ระยะ PM และระยะ HM ปลูกในปลายฤดูฝน ปี 2551 (ส.ค. – พ.ย. 2551) 25

2 ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (เปอร์เซ็นต์) ค่าการนำไฟฟ้า (μS/cm/g.seed) ความงอกในไร่ (เปอร์เซ็นต์) และ incubator weathering (IW) (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ เก็บเกี่ยวที่ระยะ PM และระยะ HM ปลูกในปลายฤดูฝน ปี 2551 (ส.ค. – พ.ย. 2551) 27

3 ความชื้น (เปอร์เซ็นต์) และความงอกมาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ เก็บเกี่ยวที่ระยะสุก PM และระยะ HM ปลูกในฤดูแล้ง ปี 2551 (ม.ค. – พ.ค. 2552) 30

4 ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (เปอร์เซ็นต์) ค่าการนำไฟฟ้า (μS/cm/g.seed) และ incubator weathering (IW) (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ เก็บเกี่ยวที่ระยะ PM และระยะ HM ปลูกในฤดูแล้งปี 2551 (ม.ค. – พ.ค. 2552) 33

5 ความชื้น (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 เดือน เก็บเกี่ยวมาจากการปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 (ส.ค.-พ.ย. 2551) 36

6 ความงอกมาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 เดือน เก็บเกี่ยวมาจากการปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 (ส.ค.-พ.ย.2551) 38

7 ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 เดือน เก็บเกี่ยวมาจากการปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 (ส.ค.-พ.ย. 2552) 40

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
8	ความแข็งแรงโดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm/g.seed) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 เดือน เก็บเกี่ยวมาจากการปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 (ส.ค.-พ.ย. 2551)	41
9	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 เดือน เก็บเกี่ยวมาจากการปลูกในฤดูแล้งปี 2551 (ม.ค.-พ.ค. 2552)	44
10	ความงอกมาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 เดือน เก็บเกี่ยวมาจากการปลูกในฤดูแล้งปี 2551 (ม.ค.-พ.ค. 2552)	46
11	ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 เดือน เก็บเกี่ยวมาจากการปลูกในฤดูแล้งปี 2551 (ม.ค.-พ.ค. 2552)	47
12	ความแข็งแรงโดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm/g.seed) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 8 เดือน เก็บเกี่ยวมาจากการปลูกในฤดูแล้งปี 2551 (ม.ค.-พ.ค. 2552)	49
13	น้ำหนักเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด) ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม. /25 เมล็ด) และ พื้นที่ผิวเมล็ด (ตร.มม.) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 (ส.ค.-พ.ย. 2551) เก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยว	53
14	รูปร่างเมล็ด เปลือกหุ้มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) แกนต้นอ่อน (เปอร์เซ็นต์) และความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ด (มม.) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 (ส.ค.-พ.ย. 2551) เก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยว	54
15	น้ำหนักเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด) ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม./25 เมล็ด) และ พื้นที่ผิวเมล็ด (ตร.มม.) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในฤดูแล้งปี 2551 (ม.ค.-พ.ค. 2552) เก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยว	55

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	รูปร่างเมล็ด เปลือกหุ้มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) แกนต้นอ่อน (เปอร์เซ็นต์) และความหนาเปลือกหุ้มเมล็ด (มม.) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในฤดูแล้ง ปี 2551 (ม.ค.-พ.ค.2552) เก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยว	56
17	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 (ส.ค. - พ.ย. 2551) เก็บเกี่ยวที่ระยะเก็บเกี่ยว	57
18	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในฤดูแล้ง 2551 (ม.ค.- พ.ค. 2552) เก็บเกี่ยวที่ระยะเก็บเกี่ยว	58
19	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกับความงอกมาตรฐาน ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ ค่าการนำไฟฟ้าและความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ปลูกในปลายฤดูฝน ปี 2551 (ส.ค.-พ.ย. 2551) เก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยว	63
20	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกับความงอกมาตรฐาน ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ และค่าการนำไฟฟ้า ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในปลายฤดูฝน ปี 2551 (ม.ค.-พ.ค. 2552) เก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยว	64
21	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกับความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในปลายฤดูฝน ปี 2551 ภายหลังเก็บรักษานาน 0, 2, 4, 6 และ 8 เดือน ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์	65
22	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกับความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (%) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 ภายหลังเก็บรักษานาน 0, 2, 4, 6 และ 8 เดือน ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์	66

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

23 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกับความแข็งแรงโดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า(µs/cm/g.seed) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 ภายหลังเก็บรักษานาน 0, 2, 4, 6 และ 8 เดือน ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ 67

24 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกับเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในฤดูแล้งปี 2551 (ม.ค.-พ.ค.2552) ภายหลังเก็บรักษานาน 0, 2, 4, 6 และ 8 เดือน ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ 68

25 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกับความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (%) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในฤดูแล้งปี 2551 (ม.ค.-พ.ค. 2552) ภายหลังเก็บรักษานาน 0, 2, 4, 6 และ 8 เดือน ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ 69

26 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกับความแข็งแรงโดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm/g.seed) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ปลูกในฤดูแล้ง ปี 2551 (ม.ค.-พ.ค. 2552) ภายหลังเก็บรักษานาน 0, 2, 4, 6 และ 8 เดือนในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ 70

ตารางผนวกที่

1 การกำหนดระยะเจริญเติบโตทางการสืบพันธุ์ (Reproductive stage, R-stage) ของถั่วเหลือง (Fehr and Caviness, 1977) 84

2 วันเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 (27 ส.ค. 2551) และฤดูแล้ง 2551 (8 ม.ค. 2552) ที่ระยะ PM และระยะ HM ของแต่สายพันธุ์/พันธุ์ 85

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการทดสอบ incubator weathering กับความงอกมาตรฐาน ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ภายหลังเก็บรักษานาน 8 เดือน ของเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในปลายฤดูฝน ปี 2551	43
2	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการทดสอบ incubator weathering กับความงอกมาตรฐาน ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ภายหลังเก็บรักษานาน 8 เดือน ของเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในฤดูแล้ง ปี 2551	51

ภาพผนวกที่

1	ปริมาณน้ำฝน (มม.) ระหว่างเดือนสิงหาคม – ตุลาคม 2551 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา	86
2	ปริมาณน้ำฝน (มม.) ระหว่างเดือนมกราคม-พฤษภาคม 2552 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ.นครราชสีมา	86
3	อุณหภูมิต่ำสุด สูงสุด และเฉลี่ย ระหว่างเดือนสิงหาคม–ธันวาคม 2551 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ.นครราชสีมา	87
4	อุณหภูมิต่ำสุด สูงสุด และเฉลี่ย ระหว่างเดือนมกราคม –พฤษภาคม2552 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ.นครราชสีมา	87
5	ความชื้นสัมพัทธ์ (%) ต่ำสุด สูงสุด และเฉลี่ย ระหว่างเดือนสิงหาคม-ธันวาคม 2551 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ.นครราชสีมา	88
6	ความชื้นสัมพัทธ์ (%) ต่ำสุด สูงสุด และเฉลี่ย ระหว่างเดือน มกราคม – พฤษภาคม 2552 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ.นครราชสีมา	88

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์

Seed Quality Assessment of 8 Soybean Lines/Varieties

คำนำ

ข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2553) รายงานว่า สถานการณ์การผลิตถั่วเหลืองของประเทศไทย พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิตถั่วเหลืองมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง สาเหตุที่พื้นที่ปลูกถั่วเหลืองลดลงมีหลายประการ เช่น ต้นทุนการผลิตสูง ผลผลิตต่อพื้นที่ต่ำ ราคาผลผลิตตกต่ำ ขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตร ปัญหาเรื่องของโรคและแมลงศัตรูพืช ความอุดมสมบูรณ์ของดินและสาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งคือ เกษตรกรขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพดี เพราะการปลูกถั่วเหลืองโดยใช้เมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำจะทำให้ได้จำนวนต้นต่อพื้นที่ลดลง ต้นพืชไม่แข็งแรง และทำให้ผลผลิตต่ำ ธรรมชาติของถั่วเหลืองเป็นพืชที่เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาพแวดล้อมของประเทศไทยที่มีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิสูง การดูแลรักษา การปฏิบัติต่างๆทั้งก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวมีผลอย่างยิ่งต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ นอกจากนี้พันธุกรรมยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่กำหนดคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ส่งผลให้ถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์มีคุณภาพเมล็ดพันธุ์แตกต่างกัน เช่น ถั่วเหลืองพันธุ์ส่งเสริมของกรมวิชาการเกษตรที่เกษตรกรนิยมปลูกพันธุ์เชียงใหม่ 60 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิต เปอร์เซ็นต์น้ำมันและโปรตีนสูงกว่าพันธุ์ สจ.5 แต่ลักษณะของพันธุ์อ่อนแอต่อสภาพแวดล้อมและการปฏิบัติต่างๆ ส่งผลให้เกิดปัญหาเรื่องการผลิตเมล็ดพันธุ์ให้มีคุณภาพดี (อภิพรรณ, 2546) วันชัย และคณะ (2544) รวบรวมรายงานการศึกษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ต่างๆ ซึ่งรายงานส่วนใหญ่ชี้ให้เห็นว่า พันธุ์เชียงใหม่ 60 มีคุณภาพ เมล็ดพันธุ์ต่ำกว่าพันธุ์อื่น ๆ พันธุ์เชียงใหม่ 60 เป็นพันธุ์ที่มีปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพเมล็ดพันธุ์มาก ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองลักษณะหนึ่งที่นักปรับปรุงพันธุ์ให้ความสนใจคือคุณภาพเมล็ดพันธุ์

โครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ดำเนินการปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์ถั่วเหลืองอย่างต่อเนื่อง จนได้สายพันธุ์ดีเด่นจำนวนหนึ่ง แต่ยังขาดข้อมูลทางด้านคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เช่น ความงอก ความแข็งแรง ความสามารถในการเก็บรักษา การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองของแต่ละสายพันธุ์ก่อนการส่งเสริมและกระจายพันธุ์ให้แก่เกษตรกร เพื่อป้องกันปัญหาเกษตรกรขาดแคลนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีคุณภาพดี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นของโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เปรียบเทียบกับพันธุ์ส่งเสริมของกรมวิชาการเกษตร

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพกับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

วันชัย (2542) กล่าวว่า คุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีความหมายครอบคลุมถึงความมีชีวิตและศักยภาพของเมล็ดพันธุ์ในการงอก การเจริญเติบโต ตลอดจนมีความตรงตามพันธุ์ ลักษณะทางคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ประกอบด้วย ความบริสุทธิ์ทางพันธุกรรม ความบริสุทธิ์ทางกายภาพ ความมีชีวิตหรือความงอก ความแข็งแรง ความชื้น สุขภาพ และความเสียหายของเมล็ดพันธุ์ การปลูกพืชโดยใช้เมล็ดที่มีความงอกและความแข็งแรงสูงทำให้ได้ต้นกล้าที่แข็งแรงสามารถเจริญเติบโตแข่งขันกับวัชพืชได้และทนทานต่อแมลงศัตรูพืชได้ดีกว่าเมล็ดที่มีความแข็งแรงต่ำเป็นผลให้ได้ผลผลิตดี Delouche (1974) พบว่า ลักษณะสำคัญที่บ่งชี้คุณภาพเมล็ดพันธุ์คือ ความแข็งแรงและความงอกของเมล็ดพันธุ์ ซึ่งสูงสุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity, PM) การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ก่อนหรือหลังจากระยะนี้ ทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดลดลง Qun *et al* . (2007) ได้รวบรวมเอกสารรายงานที่เกี่ยวข้องกับกลไกที่มีส่วนช่วยในการพัฒนาความแข็งแรงของเมล็ดหลังจากระดับความชื้นของเมล็ดลดลงเมื่อเมล็ดพัฒนาผ่านระยะ PM พบว่า กลไกความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เกี่ยวข้องกับ วิตามินอี heat shock protein, abscisic acid (ABA), late embryogenesis abundant (LEA) protein และ oligosaccharide โดยชักนำให้เมล็ดทนทานต่อสภาพที่มีความชื้นต่ำ Copeland and McDonald (2001) ได้อธิบายสาเหตุที่ทำให้เมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงต่างกัน เนื่องมาจากพันธุกรรมเป็นปัจจัยที่กำหนดความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ สภาพแวดล้อมระหว่างการพัฒนาของเมล็ด การสุกแก่ ขนาดและน้ำหนักของเมล็ด ความเสียหายจากเครื่องจักรกล ความเก่าและการเสื่อมของเมล็ดพันธุ์

ปัจจัยทางด้านพันธุกรรมที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

จวงจันทร์ (2529) กล่าวว่า พันธุกรรมเป็นปัจจัยแรกที่ผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เนื่องจากพันธุกรรมเป็นตัวกำหนดคุณภาพเมล็ดพันธุ์ พืชต่างชนิดหรือต่างสายพันธุ์จะมีลักษณะทางพันธุกรรมต่างกัน จึงมีคุณภาพเมล็ดพันธุ์แตกต่างกัน วันชัย และคณะ (2539) ได้ศึกษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 10 พันธุ์ปลูกในสภาพแวดล้อมเดียวกันและได้รับการปฏิบัติเหมือน ๆ กัน โดยการทดสอบความงอกมาตรฐานและทดสอบความแข็งแรง 3 วิธี ได้แก่ การเร่งอายุ วัดค่าการนำไฟฟ้า และความงอกในสภาพไร่ พบว่า การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจากระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาจนถึงระยะแก่เก็บเกี่ยวแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์/พันธุ์ ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ AGS292 เป็นพันธุ์ที่เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกเร็วที่สุดและคุณภาพขณะเก็บเกี่ยวต่ำสุด ส่วนพันธุ์เชียงใหม่ 60 และ นครสวรรค์ 1 เสื่อมความงอกในแปลงปลูกเร็วกว่าสายพันธุ์/พันธุ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

KUSL20004, AGS129, สจ.4, สจ.1, สท.1, สจ.2, สจ.5 ตามลำดับ ละอองดาว และคณะ (2550) ศึกษาคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 4 สายพันธุ์/พันธุ์ พบว่า การเสื่อมคุณภาพจากระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาถึงแก่เก็บเกี่ยวแต่ละสายพันธุ์แตกต่างกัน โดยสายพันธุ์ CM9123-4 เสื่อมคุณภาพมากที่สุด รองลงมาคือพันธุ์เชียงใหม่ 2 และสุโขทัย 2 ส่วนสายพันธุ์ CM9124-1 เป็นสายพันธุ์ที่มีความงอกและความแข็งแรงสูงสุด วันชัย และคณะ (2553) ได้ศึกษาความสามารถในการงอกในสภาพขาดน้ำและสำลักน้ำของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ พบว่าสายพันธุ์ KUSL3802-6 และ ST2 34-1 สามารถงอกได้ดีกว่าสายพันธุ์/พันธุ์อื่นในสภาพขาดน้ำ ขณะที่สายพันธุ์ KUSL3802-4, KUSL3802-1 และ KUSL20004 ค่อนข้างไวต่อการขาดน้ำ ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.5 มีความงอกและความยาวส่วนยอดของต้นกล้าสูงกว่าพันธุ์เชียงใหม่ 60 ส่วนการตอบสนองต่อการสำลักน้ำพบว่าสายพันธุ์ KUSL3802-4, KUSL20004 และพันธุ์เชียงใหม่ 60 อ่อนแอต่อการสำลักน้ำมากกว่าสายพันธุ์/พันธุ์อื่น ขณะที่สายพันธุ์ KUSL3802-6 ทนต่อการสำลักน้ำได้ดีในระดับเดียวกับ ST2 34-1 และ NS1 1-12 จากผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองต่างสายพันธุ์/พันธุ์ตอบสนองต่อการขาดน้ำและสำลักน้ำในระหว่างการงอกแตกต่างกัน โดยสายพันธุ์ KUSL3802-6 เป็นสายพันธุ์ที่แสดงออกได้ดีทั้งในสภาพขาดน้ำและสำลักน้ำ

จากการศึกษาความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์มีความแตกต่างกัน จากรายงานของศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ (2539) ซึ่งได้ทดลองเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในสภาพอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 เดือน พบว่า สายพันธุ์ SSR 8305-3 ซึ่งต่อมาได้รับการรับรองพันธุ์ในชื่อ สุโขทัย 2 ยังมีความงอกสูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์สุโขทัย 1 และเชียงใหม่ 60 มีความงอกเพียง 58 และ 74 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีเร่งอายุ พบว่า สายพันธุ์ SSR 8305-3 ยังคงมีความงอกสูงถึง 88 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่พันธุ์สุโขทัย 1 และเชียงใหม่ 60 มีความงอกเพียง 52 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น Nugraha and Soejadi (1991) ได้เก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 13 พันธุ์ไว้ในสภาพเปิด (open storage) เป็นเวลา 6 เดือน พบว่า มีถั่วเหลืองเพียงพันธุ์เดียวที่มีความงอกเกิน 80 เปอร์เซ็นต์แสดงให้เห็นว่าคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองแตกต่างกันเนื่องมาจากพันธุกรรม อย่างไรก็ตามการทดลองเกี่ยวกับอิทธิพลของพันธุกรรมต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ Priestley (1986) กล่าวว่า เป็นเรื่องยากที่จะกำจัดปัจจัยอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เข้ามาพัวพัน เช่น สภาพแวดล้อมในแปลงที่เมล็ดได้รับก่อนเก็บเกี่ยวและอายุเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

คุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดถั่วเหลือง เช่น ขนาด น้ำหนัก รูปร่าง ความหนาแน่น สี และสัดส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ด มีความสัมพันธ์กับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เช่น ความงอกหรือความมีชีวิต ความแข็งแรงและความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ชนิดพืช และการสุกแก่ของเมล็ด ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดที่สำคัญแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มได้แก่ น้ำหนัก (น้ำหนัก ความหนาแน่น และความถ่วงจำเพาะ) ขนาด (ปริมาตร และ พื้นที่ผิว) รูปร่าง (ค่า eccentricity) และสีของเปลือกหุ้มเมล็ด สำหรับเมล็ดถั่วเหลืองนอกจากลักษณะทางกายภาพของเมล็ดแล้ว เปลือกหุ้มเมล็ดยังเป็นส่วนสำคัญที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ทำหน้าที่ปกป้องส่วนที่อยู่ภายในเมล็ดได้แก่ แกนต้นอ่อน และใบเลี้ยง (วันชัย และคณะ, 2543ข)

ลักษณะทางกายภาพพื้นฐาน ได้แก่ น้ำหนัก ปริมาตร พื้นที่ผิวของเมล็ดมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ เมล็ดถั่วเหลืองที่มีปริมาตรมากหรือขนาดใหญ่จะมีพื้นที่ผิวและน้ำหนักเมล็ดมาก (วันชัย และคณะ, 2543ข) ถั่วเหลืองสายพันธุ์/พันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดใหญ่มักมีคุณภาพต่ำกว่าสายพันธุ์/พันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดกลางหรือเล็ก เนื่องจากเมล็ดขนาดใหญ่มักได้รับความเสียหายจากการเก็บเกี่ยวและการปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์ได้ง่ายกว่าเมล็ดขนาดเล็ก (จวงจันทร์, 2529) Hwang and Sung (1991) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองขนาดต่างกันมีอัตราการดูดน้ำแตกต่างกัน จากผลการทดสอบความงอกของเมล็ดที่เคลือบผิวด้วยเอธิลเซลลูโลสและไม่เคลือบผิวหลังจากแช่เมล็ดนาน 48 ชั่วโมง พบว่า เมล็ดขนาดเล็กมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าเมล็ดขนาดใหญ่ และ Dassou and Kueneman (1984) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองขนาดใหญ่จะเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าเมล็ดขนาดเล็กเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน Edwards and Hartwig (1971) ศึกษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 3 สายพันธุ์ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมใกล้เคียงกันแต่น้ำหนักของเมล็ดแตกต่างกัน พบว่า สายพันธุ์เมล็ดขนาดกลางและขนาดเล็กสามารถงอกได้เร็วและมีความแข็งแรงสูงกว่าสายพันธุ์เมล็ดขนาดใหญ่ ศรีสมวงศ์ และคณะ (2533) ศึกษาขนาดของเมล็ดถั่วเหลืองที่เก็บรักษาไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิเป็นระยะเวลา 8 เดือน พบว่า เมล็ดถั่วเหลืองขนาดเล็กและขนาดกลางมีความงอกและความแข็งแรงตลอดระยะเวลาเก็บรักษาสูงกว่าเมล็ดขนาดใหญ่

จวงจันทร์ (2529) กล่าวว่า เมล็ดพืชโดยทั่วไปมิได้มีรูปร่างเป็นทรงกลมหรือสี่เหลี่ยมที่แน่นอน แต่อาจมีลักษณะกลม รี หรือแบน แตกต่างกันไปตามสายพันธุ์/พันธุ์ รูปร่างของเมล็ดมีส่วนเกี่ยวข้องทางอ้อมกับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ สุชาติ (2537) ศึกษารูปร่างของเมล็ดถั่วเหลืองโดย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำนวนค่า eccentricity ซึ่งหาได้ด้วยการวัดขนาดความยาว ความกว้างและความหนาของเมล็ด เมล็ดที่มีค่า eccentricity เท่ากับ 0 จะมีลักษณะกลม ถ้าเมล็ดมีค่า eccentricity เข้าใกล้ 1 จะมีลักษณะรี พบว่า ค่า eccentricity ของถั่วเหลืองสายพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดเล็กมีแนวโน้มสูงกว่าสายพันธุ์ที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ เมล็ดถั่วเหลืองรูปร่างเมล็ดรีเป็นเมล็ดที่มีคุณภาพในด้านความงอกและความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดลักษณะกลม ต่อมา ละอองดาว และคณะ (2550) ยืนยันผลการทดลองในแนวเดียวกันว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์เมล็ดขนาดเล็กน้ำหนักเมล็ดน้อย ค่าบ่งชี้รูปร่างเมล็ดสูง (เข้าใกล้ 1) จะมีความงอกและความแข็งแรงสูง

ขนาดของเมล็ดถั่วเหลืองต่างกันจะมีเปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดแตกต่างกันด้วย สายพันธุ์เปลือกหุ้มเมล็ดสีดำมักมีเปลือกหุ้มเมล็ดหนากว่าสายพันธุ์เปลือกหุ้มเมล็ดสีเหลือง เปลือกหุ้มเมล็ดยังช่วยป้องกันแกนต้นอ่อนและใบเลี้ยงให้ถูกกระทบกระเทือนน้อยและทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมในแปลงปลูกได้ดี (Kuo, 1989) เปลือกหุ้มเมล็ดมีบทบาทสำคัญในการควบคุมการดูดน้ำของเมล็ด ป้องกันการดูดน้ำที่เร็วเกินไปและช่วยรักษาชีวิตของเมล็ด (Duke *et al.*, 1986) วันชัย และคณะ (2543ข) พบว่า ขนาดเมล็ดมีความสัมพันธ์กับเปลือกหุ้มเมล็ดโดยเมล็ดขนาดเล็กจะมีเปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดสูงและหนากว่าเมล็ดขนาดใหญ่และลักษณะสีของเมล็ดที่มีค่าสว่าง (L) ต่ำหรือเมล็ดทึบแสงจะมีเปอร์เซ็นต์ความหนาและน้ำหนักจำเพาะเปลือกหุ้มเมล็ดสูง Chachalis and smith (2000) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเปลือกหุ้มเมล็ดสีดำดูดน้ำได้ช้าจึงช่วยลดความเสียหายจากการดูดน้ำเร็วเกินไปได้ อารมย์ (2544) ศึกษาความแปรปรวนในคุณภาพและลักษณะทางกายภาพบางประการของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 10 สายพันธุ์ พบว่า สายพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีสัดส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดสูงและมีอัตราการดูดน้ำต่ำมีแนวโน้มว่าเมล็ดพันธุ์นั้นมีคุณภาพสูง ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดหนาอาจจะทำให้เกิดการชะลอตัวในการดูดความชื้นของเมล็ดพันธุ์ทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีคุณภาพดี Potts *et al.* (1978) พบว่า เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองต่างพันธุ์มีอัตราการซึมซับไอน้ำหรือการยอมให้น้ำซึมผ่านได้แตกต่างกัน เมล็ดถั่วเหลืองที่เปลือกหุ้มเมล็ดซึมซับไอน้ำต่ำจะมีความทนทานต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ดีกว่าเมล็ดที่เปลือกหุ้มเมล็ดซึมซับไอน้ำได้สูง Hill and West (1982) รายงานว่า รู (pore) บนเปลือกหุ้มเมล็ดเป็นทางเข้าของความชื้นและเชื้อจุลินทรีย์และมีผลต่อการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง การเข้าทำลายของเชื้อโรคนั้นอาจจะเข้าทำลายทางรูบนเปลือกหุ้มเมล็ด ซึ่งอาจจะเข้าไปถึงบริเวณ hourglass cell ของโครงสร้างเปลือกหุ้มเมล็ดซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพเร็วกว่าปกติและเก็บรักษาได้ไม่นาน Kulik and Yaklich (1991) พบว่าลักษณะรู ขนาด รูปร่างและจำนวนรูบนเปลือกหุ้มเมล็ดแตกต่างกันระหว่างถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่างๆ ลักษณะของเปลือกหุ้มเมล็ดที่มีรูขนาดใหญ่และจำนวนรูมากอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ความชื้นผ่านเข้าออกได้ง่าย คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่แตกต่างกันอาจมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความสัมพันธ์กับขนาดและจำนวนรูของเปลือกหุ้มเมล็ด วันชัย และคณะ (2544) ได้ศึกษารูบนเปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจำนวน 6 สายพันธุ์/พันธุ์ ซึ่งมีคุณภาพเมล็ดพันธุ์แตกต่างกันในกลุ่มของถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60 Williams สุโขทัย 1 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีปัญหาด้านคุณภาพเมล็ดพันธุ์ พบว่า รูบนเปลือกหุ้มเมล็ดมีขนาดใหญ่ ลักษณะลึกและมีจำนวนรูต่อพื้นที่มาก สำหรับถั่วเหลืองสายพันธุ์/พันธุ์ สจ.4 อุตสาหะเอ SSR8502-2-2 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีคุณภาพเมล็ดดี พบว่า รูบนเปลือกหุ้มเมล็ดมีขนาดเล็ก ลักษณะตื้น และจำนวนรูต่อพื้นที่น้อย

วันชัย และคณะ (2539) พบว่า การเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์/พันธุ์ ความต้านทานการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองอาจเกิดจากลักษณะทางกายภาพบางประการของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ซึ่งลักษณะทางกายภาพของเมล็ดบางลักษณะ เช่น น้ำหนักเมล็ด รูปร่างเมล็ด สัดส่วนเปลือกหุ้มเมล็ด มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ Dassou and Kueneman (1984) รายงานว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์ที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีดำมีความต้านทานการเสื่อมคุณภาพมากกว่าพันธุ์เปลือกหุ้มเมล็ดสีเหลือง ถั่วเหลืองที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีดำจึงมีความงอกและความแข็งแรงสูง และ Horling *et al*. (1994) รายงานว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีเขียวความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดมากกว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์ที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีเหลือง เนื่องจากเปลือกหุ้มเมล็ดของเมล็ดพันธุ์ที่มีสีเหลืองมีลักษณะค่องข้างบางทำให้เอมบริโอถูกกระทบกระเทือนได้ง่าย ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพเร็ว Kuo (1989) พบว่า ถั่วเหลืองที่มีเปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดสูงสามารถทนทานต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในสภาพแปลงได้ เนื่องจากเปลือกหุ้มเมล็ดที่หนาสามารถชะลอการซึมผ่านเข้าออกของน้ำได้ (Kuo, 1989) นอกจากนี้ Horling *et al*. (1994) พบว่าพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลง มักเป็นพันธุ์เมล็ดขนาดเล็ก ลักษณะเปลือกหุ้มเมล็ดแข็ง หรือมีลักษณะเมล็ดแข็ง สอดคล้องกับรายงานของ รัฐ (2546) พบว่า สายพันธุ์/พันธุ์ถั่วเหลืองที่ต้านทานการเสื่อมคุณภาพในแปลงอาจเกิดจากลักษณะเมล็ดแข็งและ/หรือมีสัดส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดสูง

ลักษณะทางกายภาพมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง Arulnandhy and Herath (1986) พบว่า ถั่วเหลืองสายพันธุ์ขนาดเมล็ดเล็กมีความสามารถในการเก็บรักษายาวนานกว่าสายพันธุ์เมล็ดขนาดใหญ่ และ Starzinger and West (1982) รายงานว่าสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีดำจะมีเชื้อราเข้าทำลายน้อยมีความงอกสูงและสามารถเก็บรักษาได้ยาวนานกว่าถั่วเหลืองพันธุ์เปลือกเมล็ดสีเหลือง ทรงศักดิ์ และ เดอลูซ (2541) พบว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์ที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดสีดำมีเปอร์เซ็นต์เมล็ดแข็งจำนวนมากซึ่งเมล็ดแข็งสามารถเก็บรักษาได้ยาวนานกว่าปกติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เป็นขบวนการที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติไม่สามารถหยุดยั้งได้ แต่การเก็บรักษาเมล็ดที่ดีอาจทำให้อัตราการเสื่อมคุณภาพช้าลง เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพแล้วจะไม่สามารถกลับมาเป็นเมล็ดพันธุ์ที่สมบูรณ์แข็งแรงได้อีก การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะแตกต่างกันไปตามชนิดพืช พันธุ์พืช หรือแตกต่างกันไปในแต่ละเมล็ด (Delouche, 1973) เมล็ดพันธุ์พืชต่างสายพันธุ์ย่อมมีความแตกต่างทางด้านกายวิภาคและองค์ประกอบทางเคมี ส่งผลให้อัตราการเสื่อมคุณภาพของแต่ละพันธุ์ต่างกัน Seott *et al*. (2004) ได้ศึกษาผลของวิตามินอีกับความแข็งแรงและความยาวนานของการเก็บรักษาในเมล็ด Arabidopsis กลายพันธุ์ที่ขาดวิตามินอี 3 ชนิด พบว่าการขาดวิตามินอีทำให้ความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดสั้นลงและเกิดต้นกล้าผิดปกติมากขึ้น วันชัย (2537) พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพจะแสดงอาการออกมาในลักษณะต่างๆ เช่น อัตราการงอกช้าลง อ่อนแอต่อสภาพแวดล้อมขณะงอก ต้นกล้ามีลักษณะผิดปกติ การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้นหลังจากเมล็ดพันธุ์ผ่านระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาเป็นระยะที่เมล็ดอยู่บนต้นแม่ ซึ่งมีสาเหตุสำคัญมาจากสภาพแวดล้อมในแปลงปลูก การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ยังดำเนินต่อเนื่องไปตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา การเสื่อมคุณภาพจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของสถานที่เก็บรักษาเช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และคุณภาพเริ่มต้นของเมล็ดพันธุ์

การเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสูงสุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาหลังจากผ่านระยะนี้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะเริ่มลดลง การลดลงของคุณภาพเมล็ดพันธุ์จากระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาถึงระยะแก่เก็บเกี่ยว เรียกว่า การเสื่อมคุณภาพในไร่ (Dassou and Kueneman, 1984) ในทางปฏิบัติจะไม่เก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาเพราะเมล็ดยังมีความชื้นสูงอยู่ (ประมาณ 30-55 เปอร์เซ็นต์) จึงต้องทิ้งเมล็ดไว้ในแปลงปลูกจนถึงระยะที่เมล็ดพันธุ์มีความชื้นเหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยว ระยะนี้เรียกว่าระยะ แก่เก็บเกี่ยว โดยทั่วไปจะเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองเมื่อเมล็ดมีความชื้นประมาณ 13-15 เปอร์เซ็นต์ (จวงจันทร์, 2529) ถั่วเหลืองแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันในด้านความต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในไร่การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ล่าช้าเพียงใดเมล็ดพันธุ์จะได้รับความเสียหายมากขึ้นเท่านั้น บงกช (2539) ได้ศึกษาการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกของถั่วเหลือง 4 พันธุ์ได้แก่ กพส.292, นว.1, สจ.2 และสจ.5 พบว่า การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ระยะแก่เต็ม (R8) เมล็ดมีความชื้นประมาณ 30-35 เปอร์เซ็นต์จะได้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองคุณภาพดีกว่าการเก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยวและเก็บเกี่ยวล่าช้า (10 วันหลังระยะแก่เก็บเกี่ยว) สอดคล้องกับรายงานของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อนงค์ (2531) พบว่า การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองล่าช้า 10, 20 และ 30 วันหลังจากระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลง โดยการเก็บเกี่ยวล่าช้า 30 วันจะได้เมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำสุด Copeland and McDonald (2001) พบว่า ความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมในแปลงปลูกเช่น ความชื้นสัมพัทธ์สูง ฝนตกก่อนเก็บเกี่ยวและอุณหภูมิสูงหลังจากเมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาส่งผลให้ความมีชีวิตและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลง Egli *et al.* (2005) รายงานว่าอุณหภูมิสูงในช่วงการติดเมล็ดส่งผลให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองลดลง Takahashi *et al.* (2005) พบว่าในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิ 10-18 องศาเซลเซียสในระยะที่ถั่วเหลืองออกดอกจะทำให้ผลผลิตของเมล็ดลดลงและชักนำให้เกิดสีน้ำตาลรอบๆ hilum และเปลือกหุ้มเมล็ด มีรอยปริแตก ชุติมา และคณะ (2533) ได้ศึกษาคุณภาพของเมล็ดถั่วเหลืองพันธุ์นครสวรรค์ 1 ที่มีรอยปริบนเปลือกหุ้มเมล็ด พบว่า เมล็ดถั่วเหลืองขนาดใหญ่มักพบรอยปริบนเปลือกหุ้มเมล็ดซึ่งเมล็ดที่มีรอยปริจะมีคุณภาพเมล็ดต่ำกว่าเมล็ดดีไม่มีรอยปริและมีโอกาสที่จะถูกเชื้อราเข้าทำลายความงอกได้ 2-14 เท่าของเมล็ดดี Bhatia *et al.* (1993) กล่าวว่าในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูงตลอดเวลาทำให้เชื้อราเข้าทำลายเมล็ดได้ง่ายและสปอร์ของเชื้อรายังติดไปกับเมล็ดพันธุ์ Copeland and McDonald (2001) กล่าวว่า เชื้อราในแปลงปลูกจะเข้าทำลายเมล็ดตั้งแต่เมล็ดพัฒนาอยู่บนต้นแม่และเข้าทำลายเมล็ดเมื่อความชื้นสัมพัทธ์สูง 90-95 เปอร์เซ็นต์หรือเมล็ดมีความชื้น 30-50 เปอร์เซ็นต์ เชื้อรายังติดไปกับเมล็ดและเข้าทำลายเมล็ดในเวลาต่อมาทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็ว Thomison *et al.* (1990) พบว่าหลังจากระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองหากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์สูงการแพร่ระบาดของเชื้อ *Phomosis longicolla* Hbbs. จะมากขึ้นทำให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ต่ำลง Dassou and Kueneman (1984) พบว่า ในการประเมินการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกโดยวิธีการเก็บเกี่ยวล่าช้านั้นมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์ และการสร้างสภาพแวดล้อมในแปลงปลูกระหว่างการเก็บเกี่ยวล่าช้า จึงได้เสนอวิธีการคัดเลือกถั่วเหลืองสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนโดยวิธีการจำลองการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูก (incubator weathering ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียล ความชื้นสัมพัทธ์ 90 -100 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 วัน) ซึ่งเป็นวิธีการที่ช่วยลดปัจจัยทางสภาพแวดล้อมในแต่ละฤดูปลูกและลดความแปรปรวนของระยะสุกแก่ของถั่วเหลืองแต่สายพันธุ์/พันธุ์ โดยใช้ฝักถั่วเหลืองที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ซึ่งเป็นระยะที่เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพสูงสุดมาทดสอบ แต่ข้อจำกัดของการ incubator มีส่วนทำให้เชื้อโรคเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะกระตุ้นให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพ Changrong *et al.* (2007) ได้ดัดแปลงวิธีการทดสอบความต้านทานการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกของถั่วเหลือง โดยใช้ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่ไม่ต้านทานการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูก กับสายพันธุ์ GC10981 เป็นสายพันธุ์ที่ต้านทานการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูก พบว่า การนำฝักถั่วเหลืองที่ระยะสุกแก่ทาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรีรวิทยามา ทดสอบ incubator weathering ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 วัน ทำให้เห็นความแตกต่างระหว่างความงอกและความมีชีวิต ของถั่วเหลืองสายพันธุ์/พันธุ์ที่ต้านทานและไม่ต้านทานการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูก และต่อมา Win *et al.* (2009) พบว่า การทดสอบการต้านทานการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกโดยวิธี incubator weathering มีความสัมพันธ์กับการเสื่อมคุณภาพในแปลงและสามารถใช้คัดเลือกสายพันธุ์ที่ต้านทานการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกได้ TeKrony *et al.* (1980) พบว่า คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมระหว่างการพัฒนาเมล็ดการสุกแก่ทางสรีรวิทยาจนถึงระยะแก่เก็บเกี่ยว ฤดูปลูกจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์การเลือกฤดูปลูกที่สภาพอากาศมีความรุนแรงน้อยหรือใช้พันธุ์ต้านทานการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกน่าจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมในการผลิตเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองของประเทศเขตร้อน

ปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

ความสามารถในการเก็บรักษาหมายถึงความยาวนานในการเก็บรักษานับตั้งแต่เก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์จากแปลงปลูกจนกระทั่งเมล็ดพันธุ์นั้นหมดความงอกหรือหมดสภาพความเป็นเมล็ดพันธุ์ ซึ่งอาจใช้เกณฑ์ความงอกขั้นต่ำตามกฎหมายเมล็ดพันธุ์คือ 65 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ปัจจัยที่ทำให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพต่างกันนอกจากพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมแล้วยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ได้แก่ ประวัติความเป็นของเมล็ดพันธุ์ เช่น การเขตกรรม การเก็บเกี่ยว การปรับปรุงสภาพเมล็ดพันธุ์หลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งการปฏิบัติต่าง ๆ เหล่านี้ส่งผลต่อคุณภาพเบื้องต้นก่อนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์จะเก็บรักษาได้นานเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยภายในและภายนอกของเมล็ด พันธุกรรมเป็นปัจจัยแรกที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ เมล็ดพันธุ์พืชต่างชนิดต่างสายพันธุ์/พันธุ์ย่อมมีความสามารถในการเก็บรักษาต่างกัน (วันชัย, 2542) การศึกษาความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 18 สายพันธุ์/พันธุ์ พบว่าความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์นั้นแตกต่างไปตามพันธุ์ ถั่วเหลืองพันธุ์ที่ทางราชการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกเช่น พันธุ์สุโขทัย 1 และ เชียงใหม่ 60 มีความสามารถในการเก็บรักษาต่ำกว่าพันธุ์ สจ.4 และ สจ.5 (วันชัย, 2533) นอกจากคุณภาพเริ่มต้นของเมล็ดพันธุ์มีผลต่อความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ สภาพแวดล้อมภายในโรงเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ (จวงจันทร์, 2529)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จวงจันทร์ (2529) กล่าวว่า เมล็ดพันธุ์มีคุณสมบัติที่เรียกว่า ไฮโกรสโคปิก (hygroscopic) คือ สามารถแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศรอบๆ เมล็ดได้ส่งผลให้ความชื้นภายในเมล็ดเปลี่ยนแปลงไปตามความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในบรรยากาศความชื้นสัมพัทธ์สูงมีผลต่อการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์ทั้งด้านความงอกและความแข็งแรง เมล็ดพันธุ์ที่จะเก็บรักษาไว้อย่างปลอดภัยจะต้องมีความชื้นต่ำ เมล็ดที่มีความชื้นสูงจะมีเมแทบอลิซึมสูงเมล็ดพันธุ์จะเสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว เชื้อโรคและแมลงเข้าทำลายได้ง่ายและเก็บรักษาได้ไม่นาน อรวรรณ และคณะ (2520) รายงานว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ สจ.2 ความชื้นของเมล็ด 8 และ 12 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องนาน 9 เดือน พบว่าเมล็ดความชื้น 8 เปอร์เซ็นต์มีความงอกสูงถึง 87 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์มีความงอกเหลือเพียง 23 เปอร์เซ็นต์ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในบรรยากาศความชื้นสัมพัทธ์สูง (85-69 เปอร์เซ็นต์) ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลงเร็วกว่าเมล็ดที่เก็บรักษาในสภาพความชื้นสัมพัทธ์ปานกลาง (46-53 เปอร์เซ็นต์) และต่ำ (32-33 เปอร์เซ็นต์) และเมล็ดที่เก็บไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงความงอกจะลดลงจนเกือบเป็นศูนย์ใน 3 เดือนแรกของการเก็บรักษา (วันชัย และคณะ, 2527) ในโรงเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ Copeland and McDonald (2001) กล่าวว่า เชื้อราจะเจริญเติบโตได้ดีเมื่อมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 65 - 90 เปอร์เซ็นต์และอุณหภูมิสูงประมาณ 30-35 องศาเซลเซียส พูนพันธ์ และคณะ (2521) พบว่าเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในสภาพความชื้นสัมพัทธ์ 22 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาได้นาน 10 เดือนโดยที่ความงอกไม่ลดลง ส่วนเมล็ดที่เก็บในสภาพความชื้น 30-33 เปอร์เซ็นต์ ความงอกเริ่มลดลงในเดือนที่ 6 อนงค์ (2531) รายงานว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองนาน 6 เดือนที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 45 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดพันธุ์จะมีคุณภาพภายหลังการเก็บรักษาดีกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90 เปอร์เซ็นต์ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในสภาพที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จะให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ภายหลังการเก็บรักษาต่ำและอายุการเก็บรักษาสั้น ในสภาพความชื้นสัมพัทธ์สูง ความชื้นของเมล็ดจะเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่เดือนแรกของการเก็บรักษา จวงจันทร์ (2529) พบว่า ความชื้นของเมล็ดที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้เมล็ดมีอัตราการหายใจสูง ความร้อนในกองเมล็ดเพิ่มขึ้น รวมทั้งมีการเข้าทำลายของเชื้อรามากขึ้นส่งผลให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ลดลงอย่างรวดเร็ว

อุณหภูมิเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ถ้าอุณหภูมิสูงกิจกรรมทางชีวเคมีต่างๆ ภายในเมล็ดจะสูงทำให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็ว การลดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องเก็บและความชื้นของเมล็ดลงมากที่สุดโดยไม่เป็นอันตรายต่อเมล็ดสามารถช่วยให้เมล็ดพันธุ์เก็บรักษาได้นานขึ้น (จวงจันทร์, 2529) ดวงทิพย์ (2518) ศึกษาการเก็บรักษาถั่วเหลือง 9 พันธุ์ที่อุณหภูมิต่างๆ นาน 9 เดือน พบว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความงอกของเมล็ดลดลงเล็กน้อยส่วนเมล็ดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลงอย่างรวดเร็ว ในช่วง 2-3 เดือนแรกและเมื่อเก็บไว้นาน 9 เดือน เมล็ดพันธุ์มีความงอกต่ำมากจนเกือบเป็นศูนย์ในบางพันธุ์ Nangju *et al.* (1980) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้องและความชื้นสัมพัทธ์สูงเมล็ดพันธุ์จะเสื่อมคุณภาพเร็วขึ้นแต่เมื่อควบคุมอุณหภูมิห้องหรือความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในระดับต่ำทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีอายุการเก็บรักษายาวนานขึ้น

การเปลี่ยนแปลงระหว่างการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จะเพิ่มสูงขึ้นหลังจากผ่านระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา จนถึงระยะที่เมล็ดตาย การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ขณะที่เมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงสูงสุดจะมีการเสื่อมสภาพต่ำที่สุด การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ คือ การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับเมล็ดพันธุ์มีผลให้เมล็ดพันธุ์ตายในที่สุด ก่อนเมล็ดจะตายนั้นมีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เกิดขึ้นดังนี้ (วันชัย, 2537)

การเสื่อมสภาพของเมมเบรน (membrane degradation) ทำให้เยื่อหุ้มสูญเสียความสามารถในการควบคุมการกักเก็บสารต่าง ๆ ในเมล็ด กิจกรรมของเอ็นไซม์ต่าง ๆ ลดลง เช่น dehydrogenase amylase และ glutamic acid decarboxylase เป็นต้น ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญในการหายใจ การย่อยสลาย เคลื่อนย้ายอาหารสะสมในเมล็ด และเกี่ยวข้องกับการสังเคราห์กรดอะมิโน เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำอัตราการหายใจจะลดลงทำให้เมล็ดพันธุ์อ่อนแอและสูญเสียความงอก ความแข็งแรง และสะสมสารพิษที่เป็นผลิตภัณฑ์ของการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้น เช่น ethanol และ aldehyde แสดงให้เห็นว่าไมโทคอนเดรียเสียหายไม่สามารถควบคุมกิจกรรมไกลโคไลซิสได้ เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของไขมันในเมล็ดจากปฏิกิริยา hydrolysis และ peroxidation ซึ่งจะทำให้ได้กรดไขมันอิสระ การเพิ่มขึ้นของกรดไขมันอิสระมีผลให้ความงอกของเมล็ดลดลง เนื่องจากกรดไขมันอิสระมีส่วนในการทำลายโครงสร้างของผนังเมมเบรนและทำให้โครงสร้างของไมโทคอนเดรียผิดปกติ (Priestky, 1986) เมล็ดเสื่อมคุณภาพจะมีความผิดปกติของโครโมโซม ส่งผลให้ความมีชีวิตลดลงหรือส่งผลกระทบต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชทำให้พบต้นกล้าผิดปกติมากขึ้น นอกจากนี้อาจพบอาการอื่นๆ ที่เกิดจากการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ เช่น การเปลี่ยนแปลงสีของเมล็ดพันธุ์ อัตราการเจริญเติบโตและพัฒนาการของต้นกล้าลดลง สูญเสียความทนทานต่อสภาพที่แปรปรวนและผลผลิตลดลง (สุนันทา, 2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Coolbear (1995) กล่าวว่า การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นวัฏจักร ไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าสาเหตุใดเป็นสาเหตุหลักหรือสาเหตุรอง McDonald (1999) สรุปสาเหตุที่น่าจะเป็นไปได้มากที่สุดของการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ว่าเกิดจากกระบวนการ lipid peroxidation ของเมมเบรน สุนันทา (2549) กล่าวว่า ปฏิกิริยา lipid peroxidation เป็นปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับการสลายไขมันในเมล็ด เกิดขึ้นได้ 2 วิถี คือปฏิกิริยา atmospheric autoxidation และเกิดจากการทำงานของเอนไซม์ lipoxygenase

Atmospheric autoxidation เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างออกซิเจนที่อยู่รอบกรดไขมันไม่อิ่มตัว เช่น กรด linoleic และกรด linolenic พบเสมอในเยื่อหุ้มต่างๆ ของเซลล์ภายในเมล็ด โดยมีแสงและ metal ion เป็นตัวกระตุ้นปฏิกิริยาทำให้ได้อนุมูลอิสระ (อนุมูลอิสระ หรือ free radical หมายถึงโมเลกุลหรืออิออนที่มีอิเล็กตรอนในวงโคจรชั้นนอกสุดปราศจากคู่ เกิดขึ้นเมื่อวงโคจรอิเล็กตรอนชั้นนอกสุดของสารโมเลกุลหนึ่งๆได้รับหรือสูญเสียอิเล็กตรอนออกไปหนึ่งอิเล็กตรอน จึงเป็นโมเลกุลที่ไม่เสถียรและว่องไวในการเกิดปฏิกริยาเคมีเพื่อต้องการจับคู่กับอิเล็กตรอนอื่นเพื่อเข้าสู่สถานะเสถียร อิเล็กตรอนที่อยู่นอกสุดมีพลังงานสูงที่จะทำลายโมเลกุลหรือเคลื่อนที่ไปยังโมเลกุลเสถียรที่อยู่ใกล้เคียงทำให้โมเลกุลเสถียรนั้นเกิดเป็นอนุมูลอิสระได้) ในกรณีที่เกิด lipid peroxidation เป็นปฏิกริยาลูกโซ่เกิดทั้งการทำลายและการส่งผ่านอนุมูลอิสระ สารโมเลกุลขนาดใหญ่ในเซลล์ที่อ่อนแอและเกิดเป็นอนุมูลอิสระได้ง่าย ได้แก่ ไขมัน โปรตีน และ กรดนิวคลีอิค ส่งผลให้การทำงานของเยื่อหุ้ม เอนไซม์ และสารพันธุกรรมทำงานผิดพลาด (จริงแท้, 2550) อนุมูลอิสระที่มีความสามารถสูงในการทำลายองค์ประกอบต่างๆ ของเยื่อหุ้มได้มักมาจากอะตอมของออกซิเจนหรือที่เรียกว่า active oxygen species (AOS) หรือ reactive oxygen species (ROS) ซึ่งอนุมูลอิสระที่สำคัญได้แก่ ซูเปอร์ออกไซด์ ($O_2\cdot$) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) และอนุมูลไฮดรอกซิล ($HO\cdot$) (Hodges, 2003)

สำหรับ lipid peroxidation ที่เกิดขึ้นจากการการทำงานของเอนไซม์ lipoxygenase (LOX) เป็นเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันที่มีพันธะคู่มากกว่าหนึ่ง polyunsaturated fatty acid (PUFA) ที่มีพันธะ cis, cis-1,4 pentadiene เช่น กรด linoleic และ กรด linolenic พบมากในเยื่อหุ้มของพืช ผลจากการออกซิเดชันจะได้ cis-trans diene ซึ่งเป็น hydroperoxide ของกรดไขมันเป็นอนุมูลอิสระอย่างหนึ่ง Lima *et al*. (2010) ได้ศึกษาอิทธิผลของการแสดงออก (LOX+) และไม่แสดงออก (LOX-) ของเอนไซม์ lipoxygenase และ ปริมาณกรด linolenic ที่ระดับปกติ (Lin+) และน้อยกว่าปกติ (Lin-) ที่มีผลต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 3 สายพันธุ์ ซึ่งมีลักษณะทางพันธุกรรมดังนี้ คือ LOX- Lin -, LOX+ Lin+ และ LOX+ Lin- พบว่า สายพันธุ์ที่มีการแสดงออก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของเอนไซม์ lipoxygenase และปริมาณกรด linolenic ในระดับปกติ (LOX+ Lin+) เสื่อมคุณภาพเร็วที่สุด ชี้ให้เห็นว่าการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองถูกชักนำโดยปริมาณกรด linolenic มากกว่าการแสดงออกของเอนไซม์ lipoxygenase การทำงานของเอมไซม์ LOX เกิดขึ้นหลังจากกรดไขมันถูกย่อยออกมาจากโมเลกุลของ phospholipid โดยการทำงานของเอมไซม์ phospholipase ผลลัพธ์ของปฏิกิริยานอกจากได้อนุมูลอิสระแล้ว cis-trans diene สามารถเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงไปเป็นสารอื่น ๆ ได้ 3 วิถี คือ malondialdehyde สารประกอบคีโตน และ กรดแจสโมนิส ซึ่งมีบทบาทสำคัญในกระบวนการ senescence ของพืช (จริงแท้, 2550) malondialdehyde (MDA) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการ peroxidation ของกรดไขมันที่มีพันธะคู่มากกว่าหนึ่ง (Janero, 1990) นักวิจัยนิยมวิเคราะห์ปริมาณของสารนี้เพื่อบอกถึงสถานะของเยื่อหุ้ม (Campos *et al*., 2003) การวิเคราะห์สาร MDA ไม่ได้วัดปริมาณสารนี้โดยตรงแต่จะวัดผลิตภัณฑ์ของ MDA ที่ทำปฏิกริยากับ thiobarbituric acid (TBA) ได้เป็น thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) ซึ่งเป็นสารสีแดงอมชมพู มีค่าการดูดกลืนช่วงแสง 532 นาโนเมตร (Wheatley, 2000)

Qun *et al*. (2007) กล่าวว่า ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์เชื่อกันว่าสาเหตุหลักของการเสื่อมคุณภาพเมล็ดพันธุ์เกิดจากปฏิกิริยา lipid peroxidation และการแพร่กระจายของอนุมูลอิสระ ซึ่งจะเข้าทำปฏิกิริยากับกรดไขมันไม่อิ่มตัวบน phospholipid ส่งผลให้เมมเบรนสูญเสียคุณสมบัติในการควบคุมการเข้าออกของสารต่างๆ ในภายเซลล์และสะสมสารพิษ เช่น MDA ทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลงและยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวกับข้องการสังเคราะห์ฮอร์โมนส่งผลให้การสร้างฮอร์โมนลดลง นอกจากนี้ยังยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดอนุมูลอิสระ เช่น superoxide dismutase และ peroxidase Sung and Chiu (1995) ได้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของเมล็ดถั่วเหลือง 2 พันธุ์ เก็บรักษาที่ 5 และ 25 องศาเซลเซียส นาน 3, 6, 9 และ 12 เดือน พบว่า ตลอดระยะเวลาของการเก็บรักษาความงอกของเมล็ดลดลงและเกิดปฏิกิริยา lipid peroxidation เพิ่มมากขึ้น พบการสะสม peroxide (hydrogen peroxide, H_2O_2) และ MDA เพิ่มสูงขึ้น และเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดอนุมูลอิสระ ได้แก่ peroxidase, catalase, ascorbate peroxidase และ superoxide dismutase มีกิจกรรมลดลง การเปลี่ยนแปลงด้านความงอกและกิจกรรมทางสรีรวิทยาเกี่ยวข้องกับฤดูปลูกและสภาพแวดล้อมของการเก็บรักษา ปฏิกิริยา lipid peroxidation เกิดมากขึ้นกับเมล็ดที่เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสและเกิดขึ้นกับเมล็ดที่เก็บเกี่ยวในฤดูฝนสูงกว่าเมล็ดที่เก็บเกี่ยวในฤดูแล้ง แต่การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาเกิดขึ้นในลักษณะเดียวกันทั้ง 2 พันธุ์ นอกจากนี้ Sung (1996) พบว่า การเสื่อมคุณเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เกิดตามธรรมชาติและระหว่างการเร่งอายุเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและทางชีวเคมีของเมล็ดในลักษณะเดียวกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ ในการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีคุณภาพเมล็ดดีและเก็บรักษาได้ยาวนานสามารถพิจารณาได้จากการทดสอบความงอกและความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ วัดค่าการนำไฟฟ้า (Hampton, 1995) incubator weathering (Changrong *et al*., 2007; Win *et al*., 2009) และความงอกในสภาพไร่ นอกจากนี้ยังสามารถประเมินคุณภาพเมล็ดพันธุ์ได้จากลักษณะทางกายภาพของเมล็ด ได้แก่ น้ำหนักและขนาดเมล็ด สัดส่วน ความหนา และสีของเปลือกหุ้มเมล็ด (วันชัย, 2543ก; ละอองดาว, 2550; Dassou and Kueneman, 1984) ในการคัดเลือกถั่วเหลืองสายพันธุ์ที่ให้เมล็ดพันธุ์คุณภาพดี ควรใช้หลายวิธีการทดสอบพิจารณาร่วมกัน เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่แม่นยำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง
   1.1 ถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นของโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลือง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 6 สายพันธุ์ ได้แก่ KUSL3802-1, KUSL3802-4, KUSL3802-6, KUSL20004, ST2 34-1 และ NS1 1-12
   1.2 ถั่วเหลืองพันธุ์ส่งเสริมของกรมวิชาการเกษตร 2 พันธุ์ ได้แก่ สจ.5 (SJ5) และ เชียงใหม่ 60 (CM60)

2. อุปกรณ์วิทยาศาสตร์
   2.1 กระดาษทดสอบความงอก
   2.2 ตู้เพาะ
   2.3 ขวดเร่งอายุ
   2.4 Incubator
   2.5 Moisture can
   2.6 ตู้อบลมร้อน
   2.7 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (รุ่น cyberscan PC 510 ยี่ห้อ Euteoh Instruments)
   2.8 เกจวัดความหนา [Digital Thickness Gauge Lifting Type (MW455-35D)]
   2.9 Digimatic Caliper (รุ่น SS44.1.5V ของบริษัท Mitutoyo)
   2.10 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

1. การวางแผนการทดลองและการปลูก

วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) มี 8 สิ่งทดลอง ทำ 4 ซ้ำ ปลูกถั่วเหลืองจำนวน 8 สายพันธุ์/พันธุ์ได้แก่ KUSL3802-1, KUSL3802-4, KUSL3802-6, NS 1 1-12, ST2 34-1, KUSL20004, SJ5 และ CM60 ในปลายฤดูฝนปี 2551 (27 ส.ค. 2551) และฤดูแล้งปี 2551 (8 ม.ค. 2552) ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ. นครราชสีมา ปลูกถั่วเหลืองแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ในแปลงขนาด 3 X 6 เมตร ระยะปลูก 75 X 20 เซนติเมตร จำนวน 2 ต้นต่อหลุม กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคนและฉีดสารกำจัดหนอนเจาะฝักถั่ว คลอร์ไพริฟอส อัตรา 160 มิลลิลิตรต่อน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ ฉีดพ่นที่ระยะถั่วเหลืองเริ่มออกดอก (R1) และระยะที่ถั่วเหลืองเริ่มติดเมล็ด (R3-R4) แบ่งการเก็บเกี่ยวออกเป็น 2 ระยะคือ

1.1 เก็บเกี่ยวที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity, PM) ซึ่ง Gbikpi and Crookston (1981) พบว่า ดัชนีชี้วัดระยะ PM ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองคือ สีของฝักเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองตรงกับระยะการเจริญเติบโตที่ R7.5 ซึ่งเป็นระยะที่ถั่วเหลืองมีฝักเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลแล้ว 50 เปอร์เซ็นต์ของต้น โดยเก็บเกี่ยวตามระยะสุกแก่ของแต่ละพันธุ์ (ตารางผนวกที่ 2) เลือกเฉพาะฝักที่มีสีเหลืองประมาณ 300 ฝัก สุ่มตัวอย่างจำนวน 70 ฝักเพื่อนำไปตรวจสอบความชื้นและ incubator weathering ทันที ส่วนฝักที่เหลือนำไปลดความชื้นโดยตากในที่ร่มให้ความชื้นลดลงเหลือประมาณ 14-15 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นแกะเมล็ดด้วยมือแล้วนำเมล็ดไปตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ดังนี้

1.1.1 ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ ตามวิธีการในข้อ 3.1

1.1.2 ความงอกมาตรฐานในกระดาษเพาะ ตามวิธีการในข้อ 3.2

1.1.3 ความแข็งแรงของเมล็ดโดยวิธีการเร่งอายุ ตามวิธีการในข้อ 3.3

1.1.4 ความแข็งแรงโดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ ตามวิธีการในข้อ 3.4

1.1.5 ความงอกในไร่ ตามวิธีการในข้อ 3.5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1.6 Incubator weathering ตามวิธีการในข้อ 3.6

1.2 เก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยว (harvesting maturity, HM) คือเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองที่ 7 วัน หลังจากระยะ R8 (ระยะที่ถั่วเหลืองมีฝักบนลำต้น 95 เปอร์เซ็นต์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล) โดยตัดต้นชิดดินตามระยะสุกแก่ของแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ (ตารางผนวกที่ 2) จากนั้นนำถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวมาตากแดดเพื่อลดความชื้นให้เหลือประมาณ 8-10 เปอร์เซ็นต์ นวดโดยใช้ไม้ทุบและทำความสะอาดเมล็ด จากนั้นนำเมล็ดมาตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ลักษณะทางกายภาพของเมล็ด และประเมินความสามารถในการเก็บรักษา

1.2.1 ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ ตามวิธีการในข้อ 3.1

1.2.2 ความงอกมาตรฐานในกระดาษเพาะ ตามวิธีการในข้อ 3.2

1.2.3 ความแข็งแรงของเมล็ดโดยวิธีการเร่งอายุ ตามวิธีการในข้อ 3.3

1.2.4 ความแข็งแรงโดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ ตามวิธีการในข้อ 3.4

1.2.5 ความงอกในไร่ ตามวิธีการในข้อ 3.5

2. ประเมินความสามารถในการเก็บรักษา

นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวในระยะแก่เก็บเกี่ยวมาลดความชื้นโดยผึ่งในที่ร่มให้มีความชื้นเหลือประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองบรรจุในถุงพลาสติกหนา 0.1 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ ตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาเป็นเวลา 8 เดือน ตรวจสอบคุณภาพทุก 2 เดือน ตามมาตรฐานสากลดังนี้

2.1 ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ ตามวิธีการในข้อ 3.1

2.2 ความงอกมาตรฐานในกระดาษเพาะ ตามวิธีการในข้อ 3.2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 ความแข็งแรงของเมล็ดโดยวิธีการเร่งอายุ ตามวิธีการในข้อ 3.3

2.4 ความแข็งแรงโดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ ตามวิธีการในข้อ 3.4

3. การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์

การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ตามมาตรฐานสากล โดยตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ดังนี้

3.1 ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 25 เมล็ดต่อซ้ำ ชั่งหาน้ำหนักก่อนอบแล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นชั่งน้ำหนักแห้งแล้วคำนวนตามสูตรที่ระบุเอาไว้โดย AOSA (2002)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบของเมล็ดพันธุ์} - \text{น้ำหนักหลังอบเมล็ดพันธุ์}}{\text{น้ำหนักก่อนอบของเมล็ดพันธุ์}} \times 100$$

3.2 ความงอกมาตรฐานแบบ between paper ตามวิธีการของ ISTA (2008) คือ นำเมล็ดจำนวน 50 เมล็ดต่อซ้ำ เพาะในกระดาษทดสอบความงอกที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตรวจนับความงอกที่ 5 และ 8 วันหลังเพาะ ในกรณีที่ตรวจพบเมล็ดที่ไม่ดูดน้ำ (เมล็ดแข็ง hard seed) นับรวมกับต้นกล้าปกติ รายงานเป็นเปอร์เซ็นต์ความงอก

3.3 ความแข็งแรงของเมล็ดโดยวิธีการเร่งอายุ (accelerated aging test) ตามวิธีการของ AOSA (2002) นำเมล็ดถั่วเหลืองจำนวน 50 เมล็ดต่อซ้ำ ใส่ในตะแกรงลวดที่มีขาตั้งสูงวางในขวดเร่งอายุเติมน้ำลงไป 100 มิลลิลิตร ปิดฝาให้สนิทนำไปใส่ในตู้อบอุณหภูมิ 41 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 64 ชั่วโมง หลังจากการเร่งอายุนำเมล็ดพันธุ์มาทดสอบความงอกทันที การตรวจสอบและประเมินผลเช่นเดียวกับการทดสอบความงอกมาตรฐานตามวิธีการในข้อ 3.2

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.4 วัดค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 25 เมล็ดต่อซ้ำ แล้วชั่งน้ำหนัก ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไป 75 มิลลิลิตร ปิดปากบีกเกอร์ด้วยฟรอยให้สนิทนำไปเก็บไว้ในตู้ที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนำตัวอย่างมาวัดค่าการนำไฟฟ้าทันทีโดยใช้ conductivity meter อ่านค่าเป็น µS/cm (micro Siemens/centimeters) ค่าที่ได้นำมาหารด้วยน้ำหนักเมล็ด หน่วยที่ได้เป็น (µS/cm/g.seed) เมล็ดที่นำมาตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้าเป็นเมล็ดที่ไม่ผ่านการแก้การพักตัวแบบเมล็ดแข็ง ดัดแปลงวิธีการจากวิธีการของ AOSA (2002)

3.5 ความงอกในไร่ ปลูกถั่วเหลืองในแปลงปลูกซ้ำละ 100 เมล็ด ตรวจสอบและประเมินความงอกของเมล็ดที่ 7, 14 และ 21 วันหลังเพาะ เมล็ดที่นำมาตรวจสอบไม่ผ่านการแก้การพักตัวแบบเมล็ดแข็ง

3.6 Incubator weathering ตามวิธีการของ Changrong *et al.* (2007) นำฝักถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวในระยะ PM เลือกเฉพาะฝักที่มีสีเหลืองและสมบูรณ์ จำนวน 50-60 ฝัก มาบ่มในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิโดยกำหนดอุณหภูมิไว้ที่ 30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำฝักมาตากไว้ในร่มจนฝักแห้ง นวดเมล็ดด้วยมือแล้วนำเมล็ดไปทดสอบความงอกการตรวจสอบและประเมินผลเช่นเดียวกับการทดสอบความงอกมาตรฐานตามวิธีการในข้อ 3.2

4. การศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ด

นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ระยะแก่เก็บเกี่ยวทั้ง 2 ฤดูปลูกมาศึกษาลักษณะทางกายภาพ เมล็ดมีความชื้นประมาณ 8-9 เปอร์เซ็นต์

4.1 น้ำหนักเมล็ด (กรัมต่อ 100 เมล็ด) สุ่มตัวอย่างเมล็ด 100 เมล็ดต่อซ้ำ นำไปชั่งน้ำหนักแล้วคำนวนหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักเมล็ดต่อ 100 เมล็ด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.2 รูปร่างเมล็ด (eccentricity, e) นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 25 เมล็ดต่อซ้ำ มาวัดขนาดเมล็ดเป็น 3 มิติ คือด้านกว้าง ด้านยาว และด้านหนา โดยใช้ digimatic caliper แล้วคำนวนหาค่า eccentricity หรือค่า (e) จากสูตรของ Kuo (1989)

$$e = [\ a^2-b^2\ ]^{0.5}/a$$

โดย a = ด้านยาว/2

$$b = \frac{(\text{ด้านกว้าง}/2) + (\text{ด้านยาว}/2)}{2}$$

4.3 พื้นที่ผิวเมล็ด นำเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจำนวน 25 เมล็ดต่อซ้ำ มาวัดขนาดเป็น 3 มิติ คือ ด้านกว้าง ด้านยาว ด้านหนา โดยใช้ digimatic caliper แล้วคำนวนหาพื้นที่ผิวเมล็ดจากสูตรของ Kuo (1989) มีหน่วยเป็นตารางมิลลิเมตร (ตร.มม.)

$$\text{พื้นที่ผิวของเมล็ด} = 2\P ab[(\sin^{-1}e)/e]+2\P ab^2$$

โดย a = ด้านยาว/2

$$b = \frac{(\text{ด้านกว้าง}/2) + (\text{ด้านยาว}/2)}{2}$$

$$e = (a^2 - b^2)^{0.5}/a$$

4.4 ปริมาตรของเมล็ด สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมา 25 เมล็ดต่อซ้ำ นำมาชั่งหาปริมาตรเมล็ดตามวิธีการของ Wessel-Beaver *et al.* (1984) มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร/25 เมล็ด (ลบ.ซม. / 25 เมล็ด)

4.5 วัดความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ด สุ่มตัวอย่างเมล็ดมา 25 เมล็ดต่อซ้ำ โดยแกะเอาเปลือกเมล็ดออกแล้ววัดความหนาโดยใช้ digital thickness มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร (มม.) วัดด้านที่ติดกับใบเลี้ยง (ด้านข้างของเมล็ด)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.6 เปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดและเปอร์เซ็นต์แกนต้นอ่อน สุ่มตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมา 25 เมล็ด นำเมล็ดมาแช่น้ำ 1 ชั่วโมง แล้วแยกส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ด แกนต้นอ่อน และใบเลี้ยง จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักแล้วคำนวนหาเปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดและแกนต้นอ่อน โดยเทียบกับน้ำหนักแห้งของเมล็ด และคำนวนตามสูตรของ Kuo (1989)

$$\text{เปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ด} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของเปลือกหุ้มเมล็ด}}{\text{น้ำหนักแห้งของเมล็ด}} \times 100$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์แกนต้นอ่อน} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของต้นอ่อน}}{\text{น้ำหนักแห้งของเมล็ด}} \times 100$$

5. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละสิ่งทดลองโดยวิธี Fisher's Least Significant Different (LSD) วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (simple correlation, r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพต่างๆ ของเมล็ด และระหว่างลักษณะกายภาพกับลักษณะทางคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ระยะแก่เก็บเกี่ยว (HM) และภายหลังเก็บรักษา และวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยสมการถดถอย (linear regression, R^2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่ทดลอง

1. ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

2. ห้องปฏิบัติการเมล็ดพันธุ์ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ

ระยะเวลาในการทดลอง

ดำเนินการวิจัยระหว่าง เดือนสิงหาคม 2551 ถึง พฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

1. การเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

1.1 ผลการศึกษาการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นในโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 6 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ส่งเสริมของกรมวิชาการเกษตร 2 พันธุ์ ปลูกปลายฤดูฝนปี 2551 (ส.ค. - พ.ย. 2551)

การเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ระยะ PM เป็นระยะที่ฝักถั่วเหลืองเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง (Gbikpi and Crookston, 1981) ซึ่งตรงกับระยะการเจริญเติบโตของต้นถั่วเหลืองที่ R7.5 พบว่า จากการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 เมล็ดมีความชื้นอยู่ระหว่าง 39.10 - 47.12 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 43.78 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับรายงานของ Crookston and Hill (1978) พบว่า ความชื้นในเมล็ดที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาเฉลี่ยที่ 44 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นของเมล็ดในระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยายังอยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวจึงต้องทิ้งเมล็ดไว้ในแปลงปลูกระยะหนึ่ง เพื่อให้เมล็ดถั่วเหลืองมีระดับความชื้นเหมาะสมแก่การเก็บเกี่ยวคือเมล็ดมีความชื้นประมาณ 13 - 15 เปอร์เซ็นต์ (จวงจันทร์, 2529) การเก็บเกี่ยวเมล็ดที่ระยะ HM ประมาณ 7 วัน หลังจากถั่วเหลืองเจริญเติบโตผ่านระยะ R8 พบว่าเมล็ดมีความชื้นอยู่ระหว่าง 13.54 - 16.29 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 14.76 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1)

สำหรับความงอกมาตรฐาน (ตารางที่ 1) ที่ระยะ PM ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ที่ปลูกในปลายฤดูฝนอยู่ระหว่าง 92.50-97.50 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 94.93 เปอร์เซ็นต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ เป็นไปตามทฤษฎีกล่าวคือที่ระยะ PM เป็นระยะที่เมล็ดมีความงอกสูงสุด การที่เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในระยะนี้มีความงอกแตกต่างกันไปบ้างเล็กน้อยและความงอกสูงสุดถึงไม่ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามศักยภาพนั้น Dassou and Kueneman (1984) กล่าวว่า อาจมีสาเหตุมาจากในการสุกแก่ของฝักไม่พร้อมกันเมล็ดพันธุ์ในบางฝักอาจเจริญผ่านระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาไปแล้วและเกิดการเสื่อมคุณภาพเกิดขึ้นแต่ในขณะเดียวกันอาจมีเมล็ดในบางฝักยังเจริญไม่ถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาสอดคล้องกับรายงานของ Horlings *et al*. (1994) และ เชิดชาย (2542) พบว่า คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์/พันธุ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 ความชื้น (เปอร์เซ็นต์) และความงอกมาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ เก็บเกี่ยวที่ระยะ PM และระยะ HM ที่ปลูกปลายฤดูฝนปี 2551 (ส.ค. – พ.ย. 2551)

สายพันธุ์/พันธุ์	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)		ความงอกมาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์)	
	PM	HM	PM	HM
KUSL3802-1	41.12 bc[1/]	15.29 ab	96.50	96.00 a
KUSL3802-4	45.74 ab	14.35 b	94.00	91.50 ab
KUSL3802-6	43.74 abc	14.44 ab	92.50	92.00 ab
NS1 1-12	42.92 abc	13.54 b	94.00	92.00 ab
ST2 34-1	45.92 ab	14.82 ab	92.50	93.00 ab
KUSL20004	44.66 abc	14.54 ab	97.50	91.50 ab
SJ5	39.10 c	14.81 ab	96.00	90.00 b
CM60	47.12 a	16.29 a	96.50	96.00 a
ค่าเฉลี่ย	43.78	14.76	94.93	92.75
$LSD_{.05}$	5.16	1.68	ns[2/]	4.95
C.V. (%)	8.02	7.73	3.40	3.62

[1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

[2/] ns ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งของแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความงอกมาตรฐานที่ระยะแก่เก็บเกี่ยวของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองอยู่ระหว่าง 90.00 – 96.00 เปอร์เซ็นต์ ความงอกเฉลี่ย 92.75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) สายพันธุ์ KUSL3802-1 และพันธุ์ CM60 มีความงอกสูงสุด พันธุ์ SJ5 ความงอกต่ำสุด ส่วนสายพันธุ์ดีเด่นของโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทั้ง 6 สายพันธุ์มีความงอกที่ระยะ HM ไม่แตกต่างกันและไม่แตกต่างจากพันธุ์ CM60 สายพันธุ์ดีเด่นที่มีแนวโน้มความงอกมาตรฐานสูงกว่าสายพันธุ์อื่นคือ KUSL3802-1 เมื่อเปรียบเทียบความงอกจากระยะ PM กับ ระยะ HM (ตารางที่ 1) พบว่าความงอกลดลงเฉลี่ยเพียง 2 เปอร์เซ็นต์ ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองแต่ละสายพันธุ์นั้นลดลงแตกต่างกันแสดงถึงการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในแปลงปลูกของแต่ละสายพันธุ์แตกต่างกันไป ซึ่งส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากความแปรปรวนของสภาพดินฟ้าอากาศ แต่เมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในช่วงปลายฤดูฝนและเก็บเกี่ยวในช่วงเดือนพฤศจิกายนซึ่งเป็นช่วงสภาพอากาศเหมาะสมกับการสุกแก่ของเมล็ดคือไม่มีฝนตก (ภาพผนวกที่ 1) อุณหภูมิ (ภาพผนวกที่ 3) และความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (ภาพผนวกที่ 5) การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จากระยะ PM ถึง HM จึงไม่สูงมากนัก สอดคล้องกับรายงานของ Khalil *et al.* (2001) พบว่า เมล็ดที่สุกแก่ในสภาพอุณหภูมิไม่สูงมากนักและไม่มีฝนจะให้เมล็ดที่มีคุณภาพดีและมีโรคติดมากับเมล็ดต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่สุกแก่ช่วงอากาศร้อนและความชื้นสัมพัทธ์สูง

การตรวจสอบความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ที่ระยะ PM และระยะ HM (ตารางที่ 2) พบว่า ถั่วเหลืองแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์มีความแข็งแรงต่างกัน ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุที่ระยะ PM อยู่ระหว่าง 75.0- 89.5 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 81.0 เปอร์เซ็นต์ แต่หลังจากที่ปล่อยเมล็ดไว้ในแปลงจนถึงระยะ HM พบว่าเมล็ดมีความแข็งแรงลดลงแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ ความแข็งแรงหลังการเร่งอายุอยู่ระหว่าง 67.5 – 82.5 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 75.5 เปอร์เซ็นต์ มีเพียงสายพันธุ์ ST2 34-1 มีความแข็งแรงต่ำกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุพบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองแต่ละสายพันธุ์มีความแข็งแรงลดลงจากระยะ PM ถึงระยะ HM สอดคล้องกับการทดสอบความงอกมาตรฐานเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ปลูกในปลายฤดูฝนทุกสายพันธุ์/พันธุ์ยังมีความแข็งแรงสูง เนื่องจากเมล็ดพัฒนาและสุกแก่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและเป็นลักษณะหนึ่งที่บ่งบอกถึงความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ จวงจันทร์ (2529) พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุสูงจะมีความสามารถในการเก็บรักษาไว้ได้ยาวนาน

ผลการตรวจสอบค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ที่ระยะ PM (ตารางที่ 2) พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ อยู่ระหว่าง 115.8 - 175.3 µs/cm/g.seed เฉลี่ย 145.4 µs/cm/g.seed สายพันธุ์/พันธุ์ ST2 34-1 และ SJ5 มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด ส่วนสายพันธุ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (เปอร์เซ็นต์) ค่าการนำไฟฟ้า (µS/cm/g.seed) ความงอกในไร่ (เปอร์เซ็นต์) และ incubator weathering (IW) (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ เก็บเกี่ยวที่ระยะ PM และระยะ HM ปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 (ส.ค. – พ.ย. 2551)

สายพันธุ์/พันธุ์	ความแข็งแรง						
	การเร่งอายุ (เปอร์เซ็นต์)		ค่าการนำไฟฟ้า (µS/cm/g.seed)		ความงอกในไร่ (เปอร์เซ็นต์)		IW (เปอร์เซ็นต์)
	PM	HM	PM	HM	PM	HM	PM
KUSL3802-1	82.0 ab[1/]	78.5	143.1c	189.6	80.5	76.5 ab	75.5 ab
KUSL3802-4	79.0 ab	75.0	175.3 a	206.3	81.5	70.5 b	61.0 abc
KUSL3802-6	84.0 ab	82.5	168.3 ab	202.0	85.0	83.5 a	65.5 ab
NS1 1-12	84.5 ab	77.0	159.2 abc	200.4	82.0	77.0 ab	57.5 bc
ST2 34-1	75.0 b	67.5	115.1 d	193.2	74.0	69.5 b	51.5 bc
KUSL20004	89.5 a	77.5	137.6 c	192.6	77.5	79.5 ab	46.5 c
SJ 5	77.5 ab	74.0	115.8 d	183.3	83.5	80.0 ab	65.5 ab
CM 60	76.5 ab	71.5	148.7 bc	221.2	77.5	70.5 b	50.5 bc
ค่าเฉลี่ย	81.0	75.5	145.4	198.6	80.1	75.8	59.1
$LSD_{.05}$	12.5	ns[2/]	29.4	ns	ns	10.9	14.5
C.V. (%)	10.4	13.0	10.1	13.7	8.8	9.8	16.6

[1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

[2/] ns ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งของแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

KUSL3802-4 ค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด ค่าการนำไฟฟ้าจากระยะ PM ถึงระยะ HM เพิ่มขึ้นแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์/พันธุ์ แสดงให้เห็นว่าเมมเบรนของเมล็ดเริ่มเสื่อมสภาพ ค่าการนำไฟฟ้าที่ระยะ HM อยู่ระหว่าง 183.3-221.2 µs/cm/g.seed เฉลี่ย 198.6 µs/cm/g.seed พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ระยะ HM ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การประเมินความแข็งแรงโดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าเป็นการสะท้อนการรั่วไหลของสารออกจากเมล็ดระหว่างการจัดเรียงตัวของเมมเบรนหลังจากที่เมล็ดเริ่มดูดน้ำ เมล็ดพันธุ์ที่อ่อนแอจะใช้เวลาในการจัดเรียงตัวและซ่อมแซมเมมเบรนนานการรั่วไหลของสารต่างๆ มากจึงมีค่าการนำไฟฟ้าสูง สะท้อนถึงการเสื่อมสภาพของผนังเมมเบรน Thiraporn *et al*. (1986) กล่าวว่า ค่าการนำไฟฟ้าสามารถเป็นดัชนีชี้วัดระดับการเสื่อมสภาพของเมล็ดได้เป็นอย่างดี โดยค่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นตามการเสื่อมสภาพของเมล็ด แต่ว่าการดูดซึมน้ำของเมล็ดและค่าการนำไฟฟ้าไม่ได้เป็นตัวบ่งชี้ระดับความแข็งแรงระหว่างพันธุ์ กล่าวคือ พันธุ์ที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงไม่ได้หมายถึงพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำเสมอไปอาจมีกลไกมาเกี่ยวข้องหลายประการ เช่น ส่วนประกอบของโครงสร้างทางชีวเคมีของเมล็ดที่ควบคุมอัตราการซึมผ่านของน้ำและปลดปล่อยสารละลายออกมา จากรายงานของ Thiraporn *et al*. (1985) ทดลองในถั่วฝักยาว พบว่า ค่าการนำไฟฟ้ามีสหสัมพันธ์ทางบวกกับการดูดซึมน้ำของเมล็ดและเป็นค่าเอกลักษณ์ของแต่ละพันธุ์ จึงจัดเป็นค่าที่น่าศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกลไกควบคุมการทำงานและสารที่มีอิทธิพลต่อค่าดังกล่าว เพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องบ่งบอกความแตกต่างระหว่างพันธุ์ในการคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีคุณภาพเมล็ดสูงและควรใช้หลายวิธีการทดสอบพิจารณาร่วมกัน

การทดสอบความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ (ตารางที่ 2) ที่ระยะ PM อยู่ระหว่าง 74.0 – 85.0 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 80.1 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ สำหรับความงอกในไร่ที่ระยะ HM อยู่ระหว่าง 70.5– 83.5 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 75.8 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาถึงการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ โดยเปรียบเทียบความงอกในไร่ที่ลดลงจากระยะ PM ถึง HM พบว่า ความงอกในไร่ของแต่ละสายพันธุ์ลดลงแตกต่างกันไป โดยสายพันธุ์ KUSL3802-4 และพันธุ์ CM60 มีความงอกในไร่ต่ำที่สุดและลดลงจากระยะ PM ถึงระยะ HM มากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสายพันธุ์ KUSL3802-6 มีความงอกสูงสุด

การทดสอบความต้านทานต่อสภาพอากาศที่แปรปรวนโดยวิธี incubator weathering (IW) ทำให้ความงอกของเมล็ดลดลงสายพันธุ์/พันธุ์ที่มีค่าการทดสอบ IW สูงจัดเป็นสายพันธุ์/พันธุ์ที่ต้านทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนได้ดี พบว่า ความงอกหลังจากการจำลองการเสื่อมคุณภาพอยู่ระหว่าง 46.5 – 75.5 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 59.1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2) สายพันธุ์ที่มีค่า IW สูงสุดคือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

KUSL3802-1 รองลงมาคือ KUSL3802-6 เท่ากับพันธุ์เปรียบเทียบ SJ5 ส่วนสายพันธุ์ที่มีค่า IW ต่ำสุดคือ KUSL20004 สายพันธุ์ที่มีค่า IW ค่อนข้างต่ำ คือ NS1 1-12 และ ST2 34-1 ซึ่งใกล้เคียงกับ CM60 ผลการทดลองนี้แสดงถึงความแตกต่างทางพันธุกรรมที่ตอบสนองต่อความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมที่ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ มีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ต่างกันและผลการทดลองสอดคล้องกับ Changrong *et al*. (2007) และ Win *et al*. (2009) พบว่าวิธี IW เป็นวิธีที่สามารถใช้คัดเลือกสายพันธุ์ถั่วเหลืองที่ต้านทานต่อสภาพฟ้าอากาศที่เลวร้ายได้ดี

เมื่อพิจารณาในภาพรวมของการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นทั้ง 6 สายพันธุ์เปรียบเทียบกับพันธุ์ส่งเสริม 2 พันธุ์ ที่ปลูกในปลายฤดูฝน พบว่า เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพดีและเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกค่อนข้างต่ำ เนื่องจากการปลูกในฤดูปลายฝนเมล็ดพัฒนาและสุกแก่ในช่วงที่หมดฝน (พฤศจิกายน) ทำให้การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ไม่รุนแรงความงอกมาตรฐานและความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ ค่าการนำไฟฟ้า และความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ในระยะ PM และ HM จัดอยู่ในเกณฑ์สูง และมีความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์/พันธุ์ไม่มากนัก เมื่อพิจารณาคุณภาพเมล็ดพันธุ์สายพันธุ์ดีเด่น พบว่า อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ SJ5 และ CM60 สายพันธุ์ที่มีความแข็งแรงค่อนข้างต่ำกว่าสายพันธุ์อื่น ได้แก่ KUSL3802-4 (ค่า EC สูงสุดที่ระยะ PM สะท้อนถึงการเสื่อมสภาพของเมมเบรนที่สูงกว่าสายพันธุ์อื่นและความงอกในไร่ที่ระยะ HM ต่ำสุด ซึ่งเป็นค่าการตรวจวัดความแข็งแรงโดยตรง) ขณะที่สายพันธุ์ที่มีความแข็งแรงค่อนข้างสูงคือ KUSL3802-6 (ความงอกในไร่ที่ระยะ HM สูงที่สุด)

1.2 ผลการศึกษาการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นในโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 6 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ส่งเสริมของกรมวิชาการเกษตร 2 พันธุ์ ปลูกในฤดูแล้งปี 2551 (ม.ค. - พ.ค. 2552)

ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ (ตารางที่ 3) ที่ระยะ PM โดยเก็บเกี่ยวเมล็ดที่ระยะ R7.5 เมล็ดมีความชื้นอยู่ระหว่าง 42.39 – 49.33 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 45.8 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองใกล้เคียงกับรายงานของ Crookston and Hill (1978) และเมล็ดที่เก็บเกี่ยวในระยะ HM ประมาณ 8 -10 วัน หลังจากถั่วเหลืองเจริญเติบโตผ่านระยะ R8 พบว่า เมล็ดมีความชื้นอยู่ระหว่าง 15.10 – 18.07 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 16.71 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในฤดูแล้งทั้ง 2 ระยะเก็บเกี่ยว (ตารางผนวกที่ 2) มีค่าเฉลี่ยความชื้นสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในปลายฤดูฝน เนื่องจากมีฝนตกในช่วงที่เมล็ดเข้าสู่ระยะ PM และ HM (ภาพผนวกที่ 2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 3 ความชื้น (เปอร์เซ็นต์) และความงอกมาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ เก็บเกี่ยวที่ระยะ PM และระยะ HM ปลูกในฤดูแล้งปี 2551 (ม.ค. – พ.ค. 2552)

สายพันธุ์/พันธุ์	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)		ความงอกมาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์)	
	PM	HM	PM	HM
KUSL3802-1	47.44	15.10 c[1/]	90.50 a	84.00 a
KUSL3802-4	43.84	16.90 abc	94.00 a	75.00 b
KUSL3802-6	45.65	16.57 abc	89.50 a	77.50 ab
NS1 1-12	42.39	17.06 abc	82.50 b	74.00 b
ST2 34-1	43.67	17.02 abc	79.00 b	71.50 b
KUSL20004	47.85	17.45 ab	82.00 b	71.00 b
SJ5	46.23	15.51 bc	92.00 a	78.50 ab
CM60	49.33	18.07 a	90.50 a	72.50 b
ค่าเฉลี่ย	45.80	16.71	87.50	75.50
$LSD_{.05}$	ns[2/]	1.9	6.1	7.29
C.V.(%)	10.01	8.12	4.7	5.77

[1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

[2/] ns ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งของแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ระยะ PM อยู่ระหว่าง 79.00 – 94.00 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 87.50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) มีความแตกต่างกันทางสถิติ สายพันธุ์ที่มีความงอกต่ำคือ NS1 1-12, ST2 34-1 และ KUSL20004 ขณะที่สายพันธุ์อื่นมีความงอกอยู่ในเกณฑ์สูงมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป สำหรับความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ที่ระยะ HM พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ ความงอกอยู่ระหว่าง 71.00 – 84.00 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 75.50 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ KUSL3802-1 มีความงอกสูงสุด ส่วนสายพันธุ์ KUSL20004 ความงอกต่ำสุดสายพันธุ์/พันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานลดลงจากระยะ PM ถึง ระยะ HM มากที่สุดคือ CM60 และ KUSL3802-4 คือ 18 และ 19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความงอกมาตรฐานเฉลี่ยของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ปลูกในฤดูแล้งต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในปลายฤดูฝนค่อนข้างมากและจากการวิเคราะห์การเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกจัดได้ว่าค่อนข้างรุนแรงในฤดูปลูกนี้ อันเป็นผลมาจากสภาพฟ้าอากาศที่เลวร้ายในแปลงปลูก เมล็ดที่พัฒนาและสุกแก่บนต้นแม่ต้องเผชิญกับอุณหภูมิสูง (ภาพผนวกที่ 4) ในช่วงเดือนเมษายนและพฤษภาคม นอกจากนี้ยังมีฝนตกในช่วงเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ (ภาพผนวกที่ 2) Egli *et al.* (2005) พบว่า อุณหภูมิที่สูงในช่วงของการติดเมล็ดจะทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีความงอก ความแข็งแรง ลดลง เช่นเดียวกับการทดลองของ อนงค์ (2531) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ถูกฝนเพียง 1 หรือ 2 ครั้งก่อนเก็บเกี่ยวส่งผลให้ความงอกมาตรฐานของเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็ว ภัทรา และคณะ (2522) พบว่า สภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงมักพบการระบาดของเชื้อ *Colletotrichum* spp. ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคแอนแทรคโนส โดยเมล็ดที่ติดเชื้ออาจไม่แสดงอาการของโรค แต่เมื่อนำเมล็ดไปปลูกหรือทดสอบความงอกจะเกิดเมล็ดเน่าตายก่อนงอก

การตรวจสอบความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุที่ระยะ PM และระยะ HM (ตารางที่ 4) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง แต่ละสายพันธุ์/พันธุ์มีความแข็งแรงแตกต่างกันทางสถิติ เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ปลูกในฤดูแล้งมีความแข็งแรงต่ำกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในปลายฤดูฝน ระยะ PM เมล็ดพันธุ์มีความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุอยู่ระหว่าง 71.00 – 87.50 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 78.68 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทิ้งเมล็ดไว้ในแปลงจนถึงระยะ HM พบว่า ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองลดลงอยู่ระหว่าง 68.00 - 79.00 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 74.03 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ KUSL20004 มีความแข็งแรงต่ำสุดทั้งระยะ PM และระยะ HM ขณะที่สายพันธุ์/พันธุ์อื่นยังคงมีความแข็งแรงสูงกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสายพันธุ์/พันธุ์ที่ความแข็งแรงลดลงมากสุดได้แก่ CM60, KUSL3802-4 และ SJ5 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์การเสื่อมคุณภาพจากระยะ PM และ HM (ตารางที่ 4) พบว่า ความแข็งแรงของเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องมาจากเมล็ดที่ปลูกในฤดูแล้งและปลูกค่อนข้างล้าช้าคือ ต้นเดือนมกราคม ทำให้ระยะสุกแก่และระยะเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วงเดือนเมษายน – พฤษภาคม ซึ่งสภาพอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุณหภูมิสูงและมีฝนตกเชื้อราสามารถเข้าทำลายเมล็ดได้ง่ายส่งผลให้ความแข็งแรงของเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็ว Bhatia *et al*. (1993) ได้อธิบายถึงผลกระทบของการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกที่มีต่อเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองว่าการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในแปลงจะเกิดขึ้นในระหว่างที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาจนถึงระยะแก่เก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะได้รับความเสียหายสูงเนื่องจากฝนตกในระหว่างการสุกแก่ก่อนเก็บเกี่ยวลักษณะความเสียหายที่เกิดขึ้นได้แก่ เมล็ดสูญเสียความมีชีวิต และ Mallick and Nadi (1979) พบว่า ในสภาพแวดล้อมที่อากาศมีความชื้นสูงเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด เช่น *Aspergillus* spp. และ *Penicilium* spp. เจริญเติบโตได้ดีและเข้าทำลายเมล็ดได้ง่าย สภาพอากาศดังกล่าวทำให้ความแข็งแรงเมล็ดพันธุ์ลดลงอย่างรวดเร็ว

การประเมินความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า (ตารางที่ 4) พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในฤดูแล้งสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในปลายฤดูฝน ค่าการนำไฟฟ้าที่ระยะ PM อยู่ระหว่าง 136.8 -188.8 µS/cm/g.seed เฉลี่ย 164.8 µS/cm/g.seed สายพันธุ์ KUSL20004 ค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด พันธุ์ SJ5 มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด สอดคล้องกับผลการทดสอบความงอกมาตรฐานและความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ สำหรับการทดสอบค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในระยะ HM มีค่าอยู่ระหว่าง 195.6–287.8 µS/cm/g.seed เฉลี่ย 252.9 µS/cm/g.seed โดยสายพันธุ์/พันธุ์ที่มีค่าการนำไฟฟ้าจากระยะ PM ถึง ระยะ HM เพิ่มขึ้นเกิน 100 µS/cm/g.seed ได้แก่ ST2 34-1, KUSL3802-4, KUSL3802-6 จากผลการทดลองนี้พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของ สุชาติ (2537) และ เชิดชาย (2542) ซึ่งมีวิธีการทดสอบเหมือนกัน อาจเกิดจากหลายสาเหตุ โดย Vieira *et al*. (1999) รายงานว่าปัจจัยที่มีผลกับความแม่นยำในการประเมินความแข็งแรงของเมล็ดโดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า ได้แก่ สายพันธุ์ น้ำหนักเมล็ด ความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดพันธุ์ ระยะเวลาในการแช่น้ำ อุณหภูมิ การเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของการนำไฟฟ้า Custodio and Marcos-Filho (1997) วัดค่าการรั่วไหลของ K^+ พบว่า การแช่เมล็ดที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ให้ค่าสูงกว่าการแช่เมล็ดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส การรั่วไหลของ K^+ จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและ Murphy and Noland (1982) พบว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นส่งผลให้ความหนืดของน้ำ (water viscosity) ลดลงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณและอัตราการรั่วไหลของ K^+ ดังนั้นจึงต้องควบคุมอุณหภูมิในการแช่และวัดค่าการนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิเดียวกัน (Van de Venter, 1995) นอกจากนี้ความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้า เมล็ดถั่วเหลืองที่มีความชื้นต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์เมื่อนำไปแช่น้ำเนื้อเยื่อในเมล็ดอาจได้รับความเสียหายจาก inbibition damage ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้น (Hampton *et al*., 1992) จึงต้องปรับความชื้นของเมล็ดให้ได้ประมาณ 10-14 เปอร์เซ็นต์ ก่อนวัดค่าการนำไฟฟ้า (Hampton and TeKrony, 1995)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (เปอร์เซ็นต์) ค่าการนำไฟฟ้า (µS/cm/g.seed) และ incubator weathering (IW) (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ เก็บเกี่ยวที่ระยะ PM และระยะ HM ปลูกในฤดูแล้งปี 2551 (ม.ค. – พ.ค. 2552)

สายพันธุ์ / พันธุ์	ความแข็งแรง				
	การเร่งอายุ (เปอร์เซ็นต์)		ค่าการนำไฟฟ้า (µS/cm/g.seed)		IW (เปอร์เซ็นต์)
	PM	HM	PM	HM	PM
KUSL3802-1	81.50 ab[1/]	77.50 a	177.5 ab	228.8 bc	54.50 a
KUSL3802-4	86.50 a	79.50 a	174.7 ab	287.8 a	29.50 de
KUSL3802-6	75.00 bc	70.50 ab	138.9 d	255.2 ab	41.50 bc
NS 1 1-12	75.00 bc	72.00 ab	167.9 bc	252.9 ab	30.50 de
ST2 34-1	71.50 bc	70.50 ab	178.7 ab	283.2 a	26.50 e
KUSL20004	71.00 c	68.00 b	188.8 a	271.2 ab	30.50 de
SJ5	87.50 a	78.50 a	136.8 d	195.6 c	49.00 ab
CM60	81.50 ab	76.00 ab	155.3 cd	249.2 ab	35.50 cd
ค่าเฉลี่ย	78.68	74.03	164.8	252.9	37.10
$LSD_{.05}$	9.28	8.30	17.66	41.48	7.49
C.V.(%)	8.02	7.69	7.28	11.15	13.69

[1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดสอบความต้านทานต่อสภาพอากาศที่แปรปรวนโดยวิธี incubator weathering (IW) พบว่า ความงอกหลังจากการจำลองการเสื่อมคุณภาพมีค่าอยู่ระหว่าง 26.5 – 54.5 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 37.1 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4) พบว่าสายพันธุ์ที่มีค่า IW สูงสุดคือ KUSL3802-1 ต้านทานกว่า พันธุ์ SJ5 รองลงมาคือสายพันธุ์ KUSL3802-6 ส่วนสายพันธุ์ที่มีค่า IW ต่ำสุดคือ ST2 34-1 สายพันธุ์ที่มีค่า IW ค่อนข้างต่ำ KUSL3802-4, NS1 1-12 และ KUSL20004 เมื่อเปรียบเทียบการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูก (จากระยะ PM ถึง HM) กับการเสื่อมคุณภาพโดยวิธีการจำลองสภาพแวดล้อมพบว่ามีความแตกต่างกัน การทดสอบ IW ทำให้เห็นความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์/พันธุ์ที่อ่อนแอหรือต้านทานต่อสภาพแวดล้อมค่อนข้างชัดเจนกว่าการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูก ผลการทดลองสอดคล้องกับผลการจำลองการเสื่อมคุณภาพในสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนของเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในปลายฤดูฝน

การเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ที่ปลูกในฤดูแล้งค่อนข้างรุนแรงกว่าเมล็ดพันธุ์ปลูกในปลายฤดูฝน เนื่องจากเมล็ดได้รับสภาพแวดล้อมระหว่างการพัฒนาเมล็ดและจากระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาถึงระยะแก่เก็บเกี่ยวแตกต่างกัน กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ปลูกในปลายฤดูฝนสุกแก่และเก็บเกี่ยวช่วงหมดฝนอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิเหมาะสมแก่การสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จึงไม่สูง ในขณะที่เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ปลูกในฤดูแล้งได้รับความชื้นจากฝนในช่วงระยะสุกแก่และเก็บเกี่ยว เมล็ดพันธุ์จึงเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกค่อนข้างสูง ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ทั้ง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ลดลงอย่างรวดเร็ว จากผลการทดสอบความงอกมาตรฐาน ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุและวัดค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ในระยะ PMและHM แสดงให้เห็นว่าการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองต่างสายพันธุ์/พันธุ์ เมื่อปลูกในสภาพแวดล้อมเดียวกันจะมีคุณภาพแตกต่างกัน ถั่วเหลืองต่างสายพันธุ์ยังทนทานต่อสภาพแวดล้อมในแปลงปลูกต่างกันด้วย (วันชัย, 2533) Dassou and Kueneman (1984) กล่าวว่า ความแตกต่างทางด้านคุณภาพเมล็ดพันธุ์ของแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ อาจมีสาเหตุมาจากลักษณะทางพันธุกรรมทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองต่างสายพันธุ์เสื่อมคุณภาพในแปลงแตกต่างกัน ถั่วเหลืองแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์มีช่วงเวลาระหว่างการพัฒนาเมล็ดแตกต่างกัน วันชัย และคณะ (2543) พบว่า สายพันธุ์ถั่วเหลืองที่สะสมความร้อนในช่วงระยะ R5 –R8 สั้นจะให้เมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงกว่าสายพันธุ์ที่มีระยะ R5 – R8 ยาวนาน Horling *et al.* (1994) พบเช่นกันว่าพันธุ์ถั่วเหลืองที่มีช่วงเวลาในระยะ R6 –R7 สั้นจะให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ดีกว่าพันธุ์ที่มีระยะ R6-R7 ยาวนาน Smith and Berjak (1995) พบว่า การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในแปลงปลูกของสายพันธุ์/พันธุ์ที่อ่อนแอต่อสภาพอากาศร้อนชื้น เกิดขึ้นในระหว่างการพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ด อาจเกิดจากกลไกทางชีวเคมีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการงอกของเมล็ดพันธุ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เสียหาย ความบกพร่องทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการสังเคราะห์สารประกอบไนโตรเจนไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดความสมบูรณ์ขององค์ประกอบต่างๆ ภายในเซลล์และกระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆ ซึ่งสำคัญต่อความมีชีวิตของเมล็ดพันธุ์ (Chamma *et al*., 1990) โดยสายพันธุ์ที่อ่อนแอต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนกว่าสายพันธุ์อื่นคือ KUSL20004 ซึ่งพิจารณาผลการทดลองโดยรวมจากความงอกและความแข็งแรง วันชัย (2533) พบว่าถั่วเหลืองต่างสายพันธุ์/พันธุ์มีความงอกและความแข็งแรงแตกต่างกัน อาจเป็นเพราะแต่ละสายพันธุ์มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนในช่วงของการพัฒนาการสุกแก่ของเมล็ดไม่เท่ากันทั้งนี้อาจจะมีปัจจัยในแง่ของอายุวันสุกแก่เข้ามาเกี่ยวข้องสายพันธุ์อายุเก็บเกี่ยวยาวนานกว่าสายพันธุ์อื่นๆ อาจจะเสียเปรียบเนื่องจากการเก็บเกี่ยวล่าช้าและโดนฝนจึงให้เมล็ดพันธุ์คุณภาพต่ำ ความแตกต่างทางด้านคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ จึงน่าจะเป็นผลทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นแนวคิดที่สอดคล้องกับการทดลองของ Wein and Kueneman (1981) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ส่งเสริมทั้ง 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ SJ5 และ CM60 อาจกล่าวได้ว่าถั่วเหลืองทุกสายพันธุ์ที่ตรวจสอบมีคุณภาพเมล็ดพันธุ์อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

2. คุณภาพของเมล็ดพันธุ์และความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์

2.1 ความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ที่ได้จากการปลูกในฤดูปลายฝน 2551 (ส.ค. – พ.ย. 2551) เก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยวของแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ บรรจุในพลาสติกหนา 0.1 มิลลิเมตร เก็บรักษาเมล็ดในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 เดือนตรวจสอบคุณภาพทุก 2 เดือนลักษณะทางคุณภาพที่ตรวจสอบได้แก่ ความชื้นของเมล็ด ความงอกมาตรฐาน ความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุและค่าการนำไฟฟ้า

ความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดมีความสำคัญต่อความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดในสภาพการเก็บรักษาเดียวกัน จากตารางที่ 5 ความชื้นเริ่มต้นของเมล็ดก่อนการเก็บรักษาอยู่ระหว่าง 7.06 – 7.60 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 7.34 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระดับความชื้นของเมล็ดพันธุ์อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษา (จวงจันทร์, 2529) เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาไว้ในสภาพความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นสภาพความชื้นสัมพัทธ์ที่ค่อนข้างต่ำ พบว่า ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 8 เดือน เปอร์เซ็นต์ความชื้นเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ช่วง 4 เดือนแรกของการเก็บรักษาความชื้นของเมล็ดพันธุ์แต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติจนถึงเข้าสู่เดือนที่ 6 และ 8 พบว่า ความชื้นของเมล็ดพันธุ์แต่ละสายพันธุ์/พันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ความชื้นของเมล็ดทุกสายพันธุ์/พันธุ์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 ความชื้น (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 เดือน เก็บเกี่ยวมาจากการปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 (ส.ค.-พ.ย. 2551)

สายพันธุ์ /พันธุ์	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)				
	0	2	4	6	8
KUSL3802-1	7.35	7.11	7.39	7.23 ab[1/]	7.77 ab
KUSL3802-4	7.06	7.16	7.61	7.93 ab	7.91 ab
KUSL3802-6	7.36	7.32	7.54	7.58 ab	7.52 b
NS 1 1-12	7.42	7.36	7.33	7.38 ab	7.39 b
ST2 34-1	7.08	7.23	7.21	7.44 ab	7.57 b
KUSL20004	7.60	7.03	7.41	7.11 b	7.58 b
SJ5	7.49	7.16	7.74	7.68 ab	7.80 ab
CM60	7.39	7.32	7.88	8.08 a	8.44 a
ค่าเฉลี่ย	7.34	7.21	7.51	7.55	7.74
$LSD_{.05}$	ns[2/]	ns	ns	0.78	0.63
C.V. (%)	11.53	4.99	6.78	7.01	5.59

[1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความ เชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

[2/] ns ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งของแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ยังคงต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นพันธุ์ CM60 มีความชื้นสูงเกิน 8 เปอร์เซ็นต์ จวงจันทร์ (2529) กล่าวว่า เมล็ดมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศรอบเมล็ดจนกว่าความชื้นภายในเมล็ดจะสมดุลกับความชื้นของบรรยากาศรอบเมล็ด เมล็ดที่เก็บรักษาไว้ในสภาพแวดล้อมเดียวกัน แต่มีจุดสมดุลความชื้นของเมล็ดแตกต่างกัน อาจมีสาเหตุมาจากองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์แตกต่างกัน เมล็ดที่มีแป้งและน้ำตาลในเมล็ดสูงมีความชื้นที่จุดสมดุลสูงกว่าเมล็ดที่มีไขมันในเมล็ดสูงและความชื้นของเมล็ดที่เพิ่มขึ้นระหว่างการเก็บรักษาอาจมีผลมาจากการเสื่อมคุณภาพของเมมเบรนทำให้สูญเสียความสามารถในการแลกเปลี่ยนก๊าซและสารต่างๆ รวมทั้งไอน้ำในเมล็ดกับบรรยากาศและสภาพแวดล้อมรอบๆ เมล็ด

ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเริ่มต้น (0 เดือน) มีความแตกต่างกันทางสถิติ ความงอกมาตรฐานอยู่ระหว่าง 88.50 – 95.00 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 91.31 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 6) ตลอดการเก็บรักษาความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ลดลงแตกต่างกันในแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 8 เดือน พบว่า เมล็ดพันธุ์ทุกสายพันธุ์/พันธุ์ยังคงมีความงอกสูงกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ โดยสายพันธุ์ที่มีความงอกมาตรฐานสูงสุดคือ สายพันธุ์ KUSL3802-1 ความงอกลดลงเพียง 4 เปอร์เซ็นต์ตลอดการเก็บรักษาและพันธุ์ CM60 มีความงอกต่ำสุด และระหว่างการเก็บรักษาความงอกลดลงมากที่สุดคือ 16 เปอร์เซ็นต์ แต่ทุกสายพันธุ์/พันธุ์ยังสามารถใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ได้ ความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ขึ้นอยู่กับคุณภาพเมล็ดเริ่มต้นของเมล็ดก่อนเก็บรักษา (ละอองดาว, 2550) เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ปลูกในปลายฤดูฝนเสื่อมคุณภาพค่อนข้างต่ำ เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ปลูกในเดือนสิงหาคมและเก็บเกี่ยวช่วงเดือนพฤศจิกายนนั้นอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิค่อนข้างต่ำเหมาะสมกับการสุกแก่และการเก็บเกี่ยวของเมล็ดพันธุ์ ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพเริ่มต้นสูง และการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ในสภาพที่ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดต่ำ สอดคล้องกับรายงานของอนงค์ (2531) พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาไว้ในสภาพที่มีความชื้นสัมพัทธ์ 45 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความงอกของเมล็ดพันธุ์ลดลงเล็กน้อยสามารถเก็บเมล็ดไว้เพื่อใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ได้นานถึง 6 เดือน ซึ่งทำให้เมล็ดเสื่อมคุณภาพน้อยกว่าการเก็บรักษาในสภาพที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ เนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ดังนั้นการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ในห้องที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์ต่ำเมล็ดพันธุ์จึงเสื่อมคุณภาพช้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 ความงอกมาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 เดือน เก็บเกี่ยวมาจากการปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 (ส.ค.-พ.ย. 2551)

	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)				
สายพันธุ์/พันธุ์	0	2	4	6	8
KUSL3802-1	95.00 a[1/]	93.00	93.50 a	92.50 a	91.00 a
KUSL3802-4	91.50 ab	90.00	87.00 b	85.50 b	81.50 b
KUSL3802-6	88.50 b	87.00	85.50 b	84.00 b	83.00 b
NS 1 1-12	89.50 ab	89.00	87.50 b	85.00 b	82.50 b
ST2 34-1	91.00 ab	89.00	87.00 b	84.00 b	80.50 b
KUSL20004	89.00 ab	90.00	87.00 b	85.00 b	81.00 b
SJ5	92.00 ab	90.50	88.00 ab	85.00 b	83.00 b
CM60	94.00 ab	88.00	85.00 b	82.50 b	78.00 b
ค่าเฉลี่ย	91.31	89.56	87.56	85.44	82.56
$LSD_{.05}$	5.44	ns[2/]	5.62	5.45	5.43
C.V. (%)	4.05	4.45	4.36	4.33	4.47

[1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

[2/] ns ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งของแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีการเร่งอายุ พบว่า เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 8 สายพันธุ์/พันธุ์มีความแข็งแรงต่างกัน (ตารางที่ 7) ความแข็งแรงเริ่มต้นของเมล็ด (0 เดือน) หลังการเร่งอายุอยู่ระหว่าง 67.00 – 83.00 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 74.37 เปอร์เซ็นต์ ระหว่างการเก็บรักษานาน 8 เดือน พบว่า ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ลดลงต่างกัน การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ในช่วง 4 เดือนแรก ทุกสายพันธุ์/พันธุ์ยังมีความแข็งแรงค่อนข้างสูง หลังจากนั้นมีบางสายพันธุ์/พันธุ์ความแข็งแรงลดลงอย่างรวดเร็วได้แก่ KUSL20004, ST2 34-1 และ CM 60 เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นาน 8 เดือน ความแข็งแรงหลังการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ อยู่ระหว่าง 58.50-70.5 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 65.31 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ KUSL3802-6 มีความแข็งแรงสูงสุดและพันธุ์ CM60 มีความแข็งแรงต่ำสุด ผลการทดลองสอดคล้องกับความงอกมาตรฐาน การทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์โดยวิธีการเร่งอายุสามารถใช้คาดคะเนความงอกในสภาพไร่และความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ได้ จวงจันทร์ (2529) พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงจัดเป็นเมล็ดที่มีศักยภาพในการงอกภายใต้สภาพแวดล้อมที่แปรปรวนได้ดีและเก็บรักษาได้นาน ถั่วเหลืองต่างสายพันธุ์ที่เจริญเติบโตภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน เก็บเกี่ยวในระยะเวลาใกล้เคียงกันและเก็บรักษาในสภาพเดียวกัน แต่ความแข็งแรงลดลงแตกต่างกันเนื่องมาจากความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมโดยพันธุกรรม

การทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ (ตารางที่ 8) ค่าการนำไฟฟ้าเริ่มต้น (0 เดือน) อยู่ระหว่าง 205.9 – 230.9 µs/cm/g.seed เฉลี่ย 215.7 µs/cm/g.seed สายพันธุ์ NS1 1-12 มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด และสายพันธุ์ KUSL20004 มีค่าการนำไฟฟ้าก่อนเก็บรักษาสูงสุด ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามอายุการเก็บรักษาสะท้อนให้เห็นถึงการเสื่อมคุณภาพของเมนแบรนเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพเริ่มต้นสูงค่าการนำไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นในอัตราน้อยกว่าเมล็ดที่มีคุณภาพเมล็ดต่ำ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่าการนำไฟฟ้าจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองระหว่างการเก็บรักษาโดยเฉพาะการเสื่อมสภาพของเมมเบรนทำให้ความมั่นคงแข็งแรงของเมมเบรน (membrane integrity) ลดลงเมื่อนำเมล็ดที่เสื่อมคุณภาพมาแช่น้ำกลั่นสารต่างๆ ภายในเซลล์รั่วไหลออกมาค่าค่าการนำไฟฟ้าที่วัดได้จึงมีค่าสูงขึ้น (McDonald and Wilson, 1980) เมื่อเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นาน 8 เดือน พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าของแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 264.5 – 302.9 µs/cm/g.seed เฉลี่ย 284.4 µs/cm/g.seed โดยสายพันธุ์ที่ค่าการนำไฟฟ้าต่ำที่สุดคือ SJ5 ในขณะที่สายพันธุ์ KUSL20004 และ KUSL3802-4 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด จากผลการทดลองนี้เมื่อเก็บรักษานาน 8 เดือน พบว่า ค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยค่อนข้างสูง แต่เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทุกสายพันธุ์/พันธุ์ยังคงมีความงอกสูงและสามารถใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ได้ เนื่องมาจากการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 7 ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 เดือน เก็บเกี่ยวมาจากการปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 (ส.ค.-พ.ย. 2551)

	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)				
สายพันธุ์/พันธุ์	0	2	4	6	8
KUSL3802-1	77.50 ab[1/]	77.50 ab	76.50 ab	72.00 ab	69.50 a
KUSL3802-4	74.00 ab	70.50 b	68.50 b	67.00 ab	66.00 ab
KUSL3802-6	83.00 a	82.50 a	81.50 a	74.50 a	70.50 a
NS1 1-12	75.50 ab	74.50 ab	73.50 ab	70.00 ab	67.00 ab
ST2 34-1	67.50 b	67.00 b	66.00 b	64.00 ab	60.50 ab
KUSL20004	76.00 ab	74.50 ab	72.00 ab	69.50 ab	64.00 ab
SJ5	71.00 ab	70.50 b	68.00 b	67.50 ab	66.50 ab
CM60	70.50 ab	68.50 b	66.00 b	62.00 b	58.50 b
ค่าเฉลี่ย	74.37	73.18	71.50	68.31	65.31
$LSD_{.05}$	11.93	10.77	9.78	9.34	9.36
C.V. (%)	10.91	10.02	9.30	9.30	9.74

[1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ความแข็งแรงโดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm/g.seed) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 เดือน เก็บเกี่ยวมาจากการปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 (ส.ค.-พ.ย. 2551)

สายพันธุ์/ พันธุ์	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)				
	0	2	4	6	8
KUSL3802-1	210.9	215.0 b[1/]	241.5	253.5 ab	284.6 abc
KUSL3802-4	225.0	231.3 ab	236.0	247.7 ab	300.4 a
KUSL3802-6	209.6	221.2ab	236.0	268.1 a	270.3 bc
NS1 1-12	205.9	216.9 ab	246.0	254.9 ab	276.3 bc
ST2 34-1	216.5	223.1 ab	232.8	257.3 ab	289.9 ab
KUSL20004	230.9	238.3 a	243.2	259.3 ab	302.9 a
SJ5	221.0	213.7 b	233.5	241.0 b	264.5 c
CM60	213.3	225.9 ab	235.3	245.6 ab	287.1 abc
ค่าเฉลี่ย	215.7	223.1	238.1	253.4	284.4
$LSD_{.05}$	ns[2/]	19.06	ns	22.50	20.92
C.V. (%)	6.94	5.80	4.82	6.03	5.00

[1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

[2/] ns ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งของแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

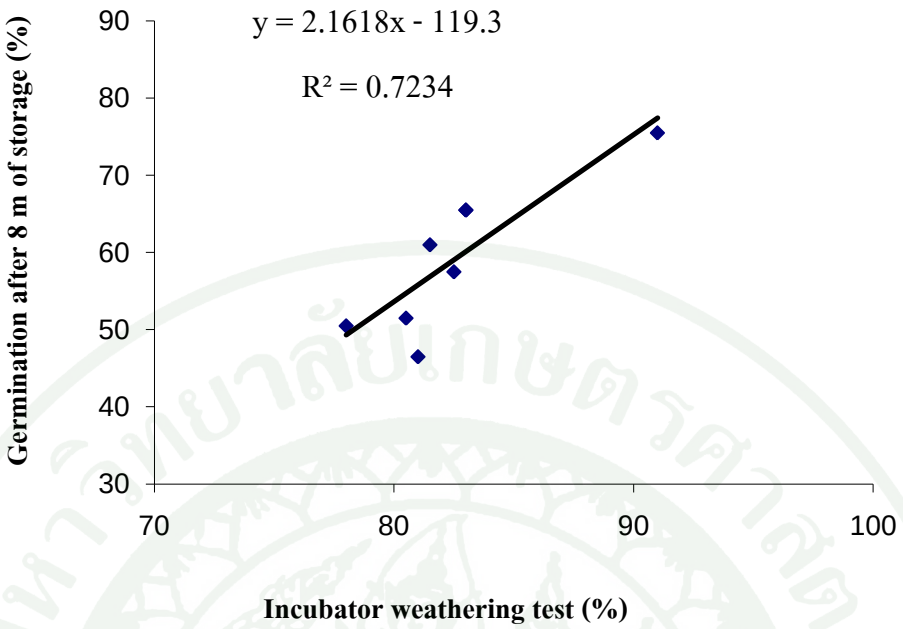
วัดค่าการนำไฟฟ้าเป็นการวัดการเสื่อมคุณภาพของเมมเบรน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ จากตารางที่ 10 แสดงให้ว่าความงอกมาตรฐานของเมล็ดลดลงไม่มากนัก แต่ค่าการนำไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาสะท้อนถึงความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุ (ตารางที่ 11) สอดคล้องกับแนวคิดของ วันชัย (2537) พบว่า การเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์จะปรากฏให้เห็นก่อนการเปลี่ยนแปลงของความงอกหรือความมีชีวิต

จากภาพที่ 1 เมื่อวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) ระหว่างค่าการตรวจวัด incubator weathering (IW) กับความงอกภายหลังการเก็บรักษา 8 เดือน ของเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกปลายฤดูฝน พบว่ามีค่า r = 0.851** มีความสัมพันธ์กันแบบเส้นตรง โดยมีสมการ y = 2.1618x - 119.3 และค่า R^2 = 0.7234 กล่าวคือ เมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกหลังการทดสอบ IW สูง แสดงว่าเป็นสายพันธุ์ที่ต้านทานต่อสภาพอากาศที่แปรปรวนในแปลงปลูกได้ดีและให้เมล็ดพันธุ์คุณภาพสูงขณะเก็บเกี่ยว เมื่อนำเมล็ดพันธุ์คุณภาพดีมาเก็บรักษา เมล็ดพันธุ์จึงมีความสามารถในการเก็บรักษาได้ยาวนาน จากผลการทดสอบ IW (ตารางที่ 2) พบว่า สายพันธุ์ KUSL3802-1 มีค่า IW สูงสุด และมีความงอกมาตรฐานภาพหลังการเก็บรักษา 8 เดือนสูงสุด (ตารางที่ 6) ส่วนสายพันธุ์ที่มีค่า IW และความงอกมาตรฐานภายหลังการเก็บรักษานาน 8 เดือนค่อนข้างต่ำ คือ สายพันธุ์ KUSL20004 และ ST2 34-1

2.2 ความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในฤดูแล้ง 2551 (ม.ค. – พ.ค. 2551) เก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยวของแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ บรรจุในถุงพลาสติกหนา 0.1 มิลลิเมตร เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 เดือน ตรวจสอบลักษณะทางคุณภาพ ทุก 2 เดือน ได้แก่ ความชื้นของเมล็ด ความงอกมาตรฐาน ความแข็งแรงโดยวิธีเร่งอายุ และวัดค่าการนำไฟฟ้า

ความชื้นของเมล็ดพันธุ์เป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งของการเก็บรักษา เมล็ดที่มีความชื้นต่ำสามารถเก็บรักษาได้ยาวนานกว่าเมล็ดที่มีความชื้นสูง (จวงจันทร์, 2529) จากตารางที่ 9 พบว่า ความชื้นของเมล็ดเริ่มต้น (0 เดือน) ก่อนเก็บรักษาอยู่ระหว่าง 6.90-7.59 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 7.25 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเป็นระดับความชื้นที่ปลอดภัยต่อการเก็บรักษาในภาชนะปิด ระหว่างการเก็บรักษาพบว่า เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 8 สายพันธุ์/พันธุ์เปลี่ยนแปลงน้อยมาก เนื่องจากเมล็ดถั่วเหลืองเก็บรักษาไว้ในสภาพที่อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนความชื้นกับบรรยากาศโดยรอบเมล็ดจะต่ำไปด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการทดสอบ incubator weathering กับความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ภายหลังเก็บรักษานาน 8 เดือนของเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในปลายฤดูฝน ปี 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 ความชื้น (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 เดือน เก็บเกี่ยวมาจากการปลูกในฤดูแล้งปี 2551 (ม.ค.-พ.ค. 2552)

	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)				
สายพันธุ์/พันธุ์	0	2	4	6	8
KUSL3802-1	7.41	7.31	7.49	7.34	7.56
KUSL3802-4	7.48	7.60	7.55	7.41	7.69
KUSL3802-6	7.28	7.31	7.58	7.43	7.73
NS 1 1-12	6.90	7.39	7.41	7.43	7.75
ST2 34-1	7.59	7.72	7.41	7.55	7.87
KUSL20004	7.07	7.50	7.48	7.37	8.02
SJ5	7.14	7.45	7.48	7.40	7.75
CM60	7.11	7.57	7.71	7.52	8.01
ค่าเฉลี่ย	7.25	7.48	7.51	7.43	7.80
$LSD_{.05}$	ns[1/]	ns	ns	ns	Ns
C.V. (%)	6.13	4.78	2.67	2.69	3.90

[1/] ns ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งของแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความชื้นของเมล็ดจึงมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากภายหลังจากการเก็บรักษานาน 8 เดือน เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอยู่ระหว่าง 7.56-8.02 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 7.80 เปอร์เซ็นต์

การทดสอบความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองก่อนเก็บรักษาอยู่ระหว่าง 67.50-81.00 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 72.75 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10) แต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ มีความงอกมาตรฐานแตกต่างกันทางสถิติ สายพันธุ์ KUSL3802-1 ความงอกมาตรฐานสูงสุด สายพันธุ์ ST2 34-1 มีความงอกมาตรฐานต่ำสุด ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองทั้ง 8 สายพันธุ์ ลดลงอย่างรวดเร็วระหว่างการเก็บรักษา แต่มีเพียง 4 สายพันธุ์/พันธุ์ได้แก่ KUSL3802-1, NS1 1-12, SJ5 และ CM60 ที่ยังคงมีความงอกมาตรฐานสูงกว่า 65 เปอร์เซ็นต์หลักจากเก็บรักษา 2 เดือน ตามมาตรฐาน พ.ร.บ. พันธุ์พืช พ.ศ. 2518 เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษานาน 8 เดือน ความงอกมาตรฐานอยู่ระหว่าง 52.00 - 71.50 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 60.38 เปอร์เซ็นต์ มีเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเพียง 2 สายพันธุ์/พันธุ์ที่ยังสามารถใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ได้ คือ KUSL3082-1 และ SJ 5 จวงจันทร์ (2529) พบว่า นอกจากสภาพการเก็บรักษาที่ดีแล้ว ประวัติความเป็นมาของเมล็ดพันธุ์ก่อนเก็บรักษาก็เป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่ออายุการเก็บรักษา เนื่องจากถั่วเหลืองเป็นพืชที่อ่อนแอต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน Khaill *et al.* (2001) รายงานว่า เมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในช่วงที่มีฝนตกพบการระบาดของเชื้อ *Aspergillus, Fusarium, Rhizopus* และ *Penicillium* ทำให้ความงอกของเมล็ดลดลง ซึ่งส่งผลอย่างยิ่งต่อคุณภาพเริ่มต้นของเมล็ดก่อนเก็บรักษา ความงอกมาตรฐานระหว่างการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในฤดูแล้งลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับความงอกมาตรฐานของเมล็ดที่ปลูกในปลายฤดูฝน เนื่องจากเมล็ดพันธุ์ถูกฝนก่อนเก็บเกี่ยวจึงส่งผลให้เมล็ดพันธุ์เสื่อมคุณภาพอย่างรวดเร็วและมีความสามารถในการเก็บรักษาต่ำ

การตรวจสอบความแข็งแรงของเมล็ดโดยวิธีการเร่งอายุเป็นวิธีวัดการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ทางอ้อม เมล็ดพันธุ์ที่เสื่อมคุณภาพต่ำจะมีความแข็งแรงสูง ปัจจัยสำคัญที่กำหนดความแข็งแรงคือพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมระหว่างการพัฒนาและการสุกแก่ของเมล็ด ตารางที่ 11 แสดงผลความแข็งแรงหลังการเร่งอายุพบว่า ถั่วเหลืองแต่ละสายพันธุ์ที่ปลูกภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน เก็บเกี่ยวในระยะใกล้เคียงกันและเก็บรักษาในสภาพแวดล้อมเดียวกัน แต่มีความแข็งแรงแตกต่างกัน ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์เริ่มต้น (0 เดือน) อยู่ระหว่าง 66.00-76.50 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 71.00 เปอร์เซ็นต์ เกือบทุกสายพันธุ์/พันธุ์มีความแข็งแรงค่อนข้างสูง สายพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงสุดคือ KUSL3802-4 ส่วนสายพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำสุดคือ KUSL20004

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 ความงอกมาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 เดือน เก็บเกี่ยวมาจากการปลูกในฤดูแล้งปี 2551 (ม.ค.-พ.ค. 2552)

	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)				
สายพันธุ์/พันธุ์	0	2	4	6	8
KUSL3802-1	81.00 a[1/]	80.50 a	72.50 a	72.00 a	70.50 a
KUSL3802-4	71.50 bc	61.00 cd	55.00 d	54.00 cd	52.50 c
KUSL3802-6	73.00 bc	62.00 cd	58.00 cd	61.50 b	60.00 b
NS 1 1-12	71.50 bc	67.50 bc	67.00 ab	63.50 b	60.50 b
ST2 34-1	67.50 c	63.00 bcd	65.00 abc	65.50 ab	56.00 bc
KUSL20004	69.50 c	56.00 d	55.50 d	52.50 d	52.00 c
SJ5	76.50 ab	70.50 bc	73.00 a	72.50 a	71.50 a
CM60	71.50 bc	65.00 bc	61.00 bcd	61.50 bc	60.00 b
ค่าเฉลี่ย	72.75	65.69	63.38	62.88	60.38
$LSD_{.05}$	5.62	7.13	8.15	7.07	5.53
C.V. (%)	5.25	7.38	8.74	7.65	6.03

[1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (เปอร์เซ็นต์) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ หลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 เดือน เก็บเกี่ยวมาจากการปลูกในฤดูแล้งปี 2551 (ม.ค.-พ.ค. 2552)

	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)				
สายพันธุ์/พันธุ์	0	2	4	6	8
KUSL3802-1	76.00 ab[1/]	55.50 abc	56.50 a	54.00 a	46.00 a
KUSL3802-4	76.50 a	53.50 abc	39.50 b	39.50 b	29.00 c
KUSL3802-6	69.00 abc	58.50 ab	39.00 b	38.00 b	39.00 ab
NS 1 1-12	70.00 abc	46.00 cd	40.00 b	34.00 bc	31.50 ac
ST2 34-1	68.00 bc	51.00 bc	32.00 bc	28.00 cd	30.00 c
KUSL20004	66.00 c	40.00 d	26.00 c	19.00 d	11.50 d
SJ5	72.00 abc	62.00 a	52.00 a	49.50 a	47.50 a
CM60	70.50 abc	53.50 abc	41.00 b	37.50 bc	34.50 bc
ค่าเฉลี่ย	71.00	52.50	40.75	37.44	33.63
$LSD_{.05}$	7.16	9.58	9.28	9.04	8.21
C.V. (%)	6.86	12.40	15.49	16.43	16.61

[1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อเก็บรักษาเมล็ดนาน 2 เดือนความแข็งแรงของเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็วอยู่ระหว่าง 40.0 - 62.0 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 52.5 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์นาน 8 เดือนความแข็งแรงของเมล็ดแต่ละสายพันธุ์ลดลงแตกต่างกัน ความแข็งแรงของเมล็ดเมื่อสิ้นสุดการทดลองอยู่ระหว่าง 11.50 – 47.50 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ SJ5 มีความแข็งแรงสูงสุด และสายพันธุ์ KUSL20004 มีความแข็งแรงลดลงมากที่สุด เมื่อวิเคราะห์ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในฤดูแล้งกับเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในปลายฤดูฝน (ตารางที่ 7) พบว่า เมล็ดที่ปลูกในฤดูแล้งมีความแข็งแรงต่ำและลดลงเร็วกว่าเมล็ดที่ปลูกในปลายฤดูฝน แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมในแปลงปลูกที่มีต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์

การทดสอบความแข็งแรงโดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ (ตารางที่ 12) พบว่าแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์มีค่าการนำไฟฟ้าแตกต่างกัน ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เริ่มต้น (0 เดือน) มีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 221.7-286.4 µS/cm/g.seed เฉลี่ย 256.7 µS/cm/g.seed โดยพันธุ์ SJ5 มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด และสายพันธุ์ ST2 34-1 มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด ระหว่างการเก็บรักษาค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วสะท้อนให้เห็นถึงความแข็งแรงของเมล็ดที่ลดลง เช่นเดียวกับความงอกมาตรฐานและความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดที่เก็บรักษานาน 8 เดือน อยู่ระหว่าง 267.9 – 342.5 µS/cm/g.seed เฉลี่ย 308.2 µS/cm/g.seed สายพันธุ์ที่มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำสุด คือ KUSL3802-1 และสายพันธุ์ที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดคือ KUSL20004 ค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายที่รั่วไหลออกจากเมล็ดที่เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษามีความสัมพันธ์กับความงอกและความแข็งแรงของเมล็ด Vieira *et al*. (2004) ได้ศึกษาความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองโดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้าเปรียบเทียบการทดสอบความงอกในสภาพไร่ พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่มีค่าการนำไฟฟ้าต่ำจะมีความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูง Delouche and Baskin (1973) พบว่า การรั่วไหลของสารต่างๆ ออกมาจากเมล็ด อาจมีสาเหตุมาจากการเสื่อมสภาพของเมนเบรนซึ่งได้รับความเสียหายจากกระบวนการเมแทบอลิซึมเกิดการเปลี่ยนแปลงและส่งผลให้ความงอก ความแข็งแรงและความมีชีวิตลดลง Ferguson *et al*. (1990a; 1990b) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและทางสรีรวิทยาของเมล็ดถั่วเหลืองระหว่างการเก็บรักษา พบว่า การรั่วไหลของสารภายในเมล็ดจะเพิ่มขึ้นและอัตราการหายใจของไมโทคอนเดรียจะลดลงตลอดระยะการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ซึ่งการลดลงของอัตราการหายใจและการรั่วไหลของสารออกจากเซลล์ที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ที่ลดลงและการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยา peroxidative ของกรดไขมันในเมล็ดเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เมล็ดเกิดการเสื่อมคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 ความแข็งแรงโดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm/g.seed) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ หลังจากเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 เดือน เก็บเกี่ยวมาจากการปลูกในฤดูแล้งปี 2551 (ม.ค.-พ.ค. 2552)

	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)				
สายพันธุ์/พันธุ์	0	2	4	6	8
KUSL3802-1	230.0 cd[1/]	237.6 c	239.6 de	241.1 c	267.9 c
KUSL3802-4	285.1 ab	296.8 a	273.7 abcd	273.3 b	321.4 ab
KUSL3802-6	257.7 abc	268.5 b	258.4 cd	273.9 b	296.9 bc
NS1 1-12	259.4 abc	266.8 b	272.2 bcd	303.9 a	319.5 ab
ST2 34-1	286.4 a	274.7 ab	307.9 a	322.0 a	338.3 a
KUSL20004	273.0 ab	295.2 a	304.9 ab	313.0 a	342.5 a
SJ5	221.7 d	219.4 c	221.2 e	249.3 bc	278.9 c
CM60	249.7 bc	267.8 b	275.9 abc	265.4 bc	300.0 bc
ค่าเฉลี่ย	256.7	265.8	269.2	280.2	308.2
$LSD_{.05}$	32.06	21.12	32.23	23.34	30.30
C.V. (%)	8.00	5.40	8.14	5.66	6.68

[1/]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

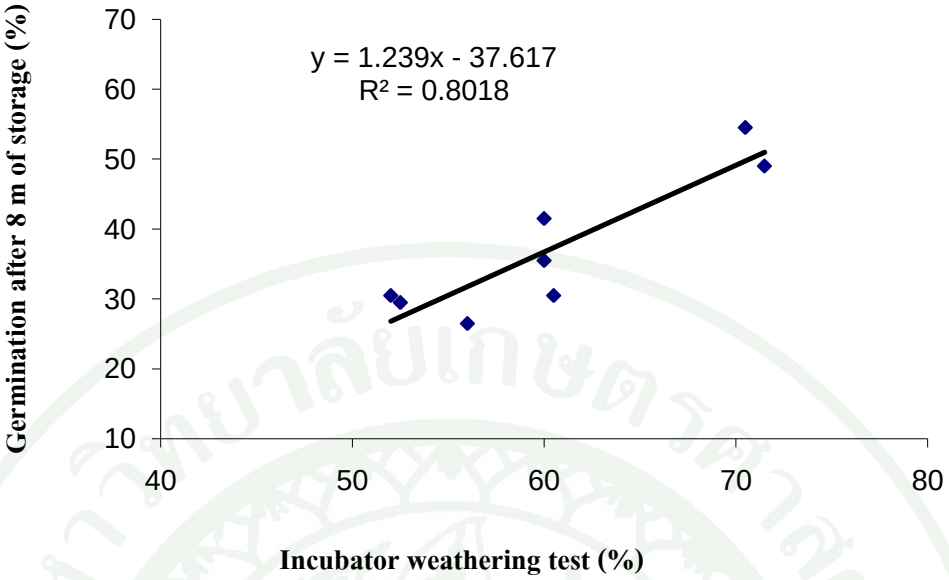
สายพันธุ์/พันธุ์ที่ต้านทานต่อสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนในแปลงปลูกได้ดีจะให้เมล็ดพันธุ์ที่มีความงอกและความแข็งแรงสูง Delouche and Baskin (1973) กล่าวว่า เมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูงจะมีศักยภาพในเก็บรักษาได้ยาวนาน ผลการทดลอง พบว่า สายพันธุ์ KUSL3802-1 มีค่า IW (ตารางที่ 4) และความงอกมาตรฐานภายหลังเก็บรักษานาน 8 เดือนสูงสุด (ตารางที่ 10) และสายพันธุ์ KUSL20004 และ ST2 34-1 เป็นสายพันธุ์ที่มีค่าการทดสอบ IW และมีความงอกมาตรฐานภายหลังการเก็บรักษานาน 8 เดือนต่ำ เมื่อวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) (ภาพที่ 2) ระหว่างค่าการตรวจวัด IW กับความงอกมาตรฐานภายหลังการเก็บรักษานาน 8 เดือน ของเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกฤดูแล้ง พบว่ามีค่า $r = 0.895^{**}$ สมการเส้นตรง $y = 1.239x - 37.617$ ค่า $R^2 = 0.8018$ แสดงให้เห็นว่าการทดสอบโดยจำลองสภาพฟ้าอากาศแปรปรวน นอกจากจะสามารถใช้ในการประเมินความต้านทานต่อสภาพฟ้าอากาศที่ไม่เหมาะสมในแปลงปลูกดังรายงานของ Win *et al*. (2009) ยังมีความแม่นยำในการประเมินศักยภาพของสายพันธุ์ในด้านความสามารถในการเก็บรักษาได้ดี ผลการทดลองสอดคล้องกันทั้ง 2 ฤดูปลูก

3. ลักษณะทางกายภาพและความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพกับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์

ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 6 สายพันธุ์ เปรียบเทียบกับพันธุ์ส่งเสริมของกรมวิชาการเกษตร 2 พันธุ์ ปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 (ตารางที่ 13 และ 14) และ ฤดูแล้ง 2551 (ตารางที่ 15 และ 16) เก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยวของแต่ละสายพันธุ์/พันธุ์ ลักษณะทางกายภาพที่ศึกษาได้แก่ น้ำหนัก ปริมาตร พื้นที่ผิว รูปร่างเมล็ด เปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ด เปอร์เซ็นต์แกนต้นอ่อน และความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ด เมล็ดมีความชื้นประมาณ 8-9 เปอร์เซ็นต์

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของเมล็ดแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์/พันธุ์ ทั้ง 2 ฤดูปลูก น้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยของเมล็ดที่ปลูกในปลายฤดูฝน (ตารางที่ 13) ต่ำกว่าฤดูแล้ง (ตารางที่ 15) มีน้ำหนักอยู่ในระหว่าง 11.12 -16.88 กรัม เฉลี่ย 13.77 กรัม ส่วนเมล็ดที่ปลูกในฤดูแล้งมีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 15.34 – 20.14 กรัม เฉลี่ย 17.73 กรัม สายพันธุ์ NS1 1-12 มีน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงสุดและสายพันธุ์ KUSL3802-1 น้ำหนัก 100 เมล็ดต่ำสุดสอดคล้องกันทั้ง 2 ฤดูปลูก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการทดสอบ incubator weathering กับความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ภายหลังเก็บรักษานาน 8 เดือน ของเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในฤดูแล้ง ปี 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการศึกษาปริมาตรของเมล็ดถั่วเหลืองที่ปลูกในฤดูปลายฤดูฝน (ตารางที่ 13) มีค่าอยู่ระหว่าง 3.07 – 4.02 ลูกบาศก์เซนติเมตร/ 25 เมล็ด เฉลี่ย 3.44 ลูกบาศก์เซนติเมตร/25 เมล็ด ส่วนเมล็ดที่ปลูกในฤดูแล้ง (ตารางที่ 15) มีปริมาตรอยู่ระหว่าง 3.76 – 5.09 ลูกบาศก์เซนติเมตร/25 เมล็ด เฉลี่ย 4.31 ลูกบาศก์เซนติเมตร/25 เมล็ด สายพันธุ์ NS1 1-12 มีปริมาตรสูงสุด สายพันธุ์ KUSL3802-1 มีปริมาตรต่ำสุด สอดคล้องกันทั้ง 2 ฤดูปลูกและพบว่า เมล็ดที่ปลูกในฤดูฝนมีปริมาตรต่ำกว่าเมล็ดที่ปลูกในฤดูแล้ง

พื้นที่ผิวเมล็ดที่ปลูกในปลายฤดูฝน (ตารางที่ 13) มีค่าอยู่ระหว่าง 105.6-130.7 ตารางมิลลิเมตร/เมล็ด เฉลี่ย 118.9 ตารางมิลลิเมตร/เมล็ด ค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเมล็ดที่ปลูกในฤดูแล้ง (ตารางที่ 15) ค่าอยู่ระหว่าง 129.3-154.3 ตารางมิลลิเมตร/เมล็ด เฉลี่ย 140.5 ตารางมิลลิเมตร/เมล็ด สายพันธุ์ NS1 1-12 พื้นที่ผิวมากสุด สายพันธุ์ KUSL3802-1 พื้นที่ผิวต่ำสุดสอดคล้องกันทั้ง 2 ฤดู

ผลการทดลองพบว่าลักษณะทางกายภาพพื้นฐานได้แก่ น้ำหนัก ปริมาตร และพื้นที่ผิวของเมล็ดมีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน ค่าสหสัมพันธ์ (r) สูงกว่า 0.8** ทั้ง 2 ฤดูปลูก (ตารางที่ 17 และ 18) ผลการทดลองสอดคล้องกับรายงานของวันชัย และคณะ (2543ข) คือเมล็ดถั่วเหลืองที่มีปริมาตรหรือขนาดเล็กจะมีพื้นที่ผิวและน้ำหนักเมล็ดต่ำ สายพันธุ์ที่เมล็ดขนาดใหญ่ที่สุดคือ NS1 1-12 ส่วนสายพันธุ์ KUSL3802-1 ให้เมล็ดขนาดเล็กสุดและพบว่า เมล็ดที่ปลูกในปลายฤดูฝนมีขนาดเมล็ดเล็กกว่าเมล็ดที่ปลูกในฤดูแล้ง สอดคล้องกับรายงานของ Khalil *et al.* (2001) พบว่า เมล็ดถั่วเหลืองที่พัฒนาและสุกแก่ช่วงอากาศร้อนและฝนตกเมล็ดจะมีน้ำหนักเมล็ดมาก แต่เป็นเมล็ดที่ความงอกต่ำและมีเปอร์เซ็นต์โรคติดมากับเมล็ดสูง ส่วนเมล็ดที่สุกแก่ช่วงหมดฝนเมล็ดมีขนาดเล็กความงอกสูงและโรคติดมากับเมล็ดต่ำ สำหรับเมล็ดถั่วเหลืองที่ปลูกในฤดูแล้งพบว่าปริมาตรหรือขนาดของเมล็ดใหญ่กว่าเมล็ดที่ปลูกในปลายฤดูฝน อาจมีสาเหตุมาจากการระบาดของหนอนเจาะฝักถั่วของการทดลองที่ปลูกเมล็ดพันธุ์ในฤดูแล้ง อภิพรรณ (2543) กล่าวว่า การระบาดของหนอนเจาะฝักถั่วจะส่งผลให้เมล็ดถั่วเหลืองถูกทำลายและผลผลิตอาจลดลงถึง 40 เปอร์เซ็นต์ Grafius (1964) พบว่าในกรณีที่ถั่วเหลืองถูกเด็ดฝักออก หรือสาเหตุใด ๆ ทำให้ฝักเสียหาย เช่น การเข้าทำลายของแมลงจะมีผลทำให้ขนาดเมล็ดเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากอาหารสำรองเหลือ แต่ขนาดของเมล็ดถูกควบคุมโดยพันธุกรรมจะไม่สามารถเพิ่มขนาดเมล็ดได้มากกว่าปกติ การเด็ดฝักออก 80 เปอร์เซ็นต์ อาจทำให้เซลล์ในใบเลี้ยงของพืชตระกูลถั่วเพิ่มขึ้น 26-100 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้เมล็ดมีขนาดใหญ่ขึ้น สอดคล้องกับการทดลองของ พรพันธ์ (2534) พบว่า เมล็ดถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวจากแปลงที่ไม่ฉีดพ่นสารกำจัดแมลงมีน้ำหนัก 100 เมล็ด สูงกว่าแปลงที่ฉีดพ่นสารเคมีกำจัดแมลง แต่ให้ผลผลิตต่อไร่ต่ำกว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 13 น้ำหนักเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด) ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม. /25 เมล็ด) และ พื้นที่ผิวเมล็ด (ตร.มม.) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 (ส.ค.-พ.ย. 2551) เก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยว

สายพันธุ์ /พันธุ์	น้ำหนักเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)	ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม. /25 เมล็ด)	พื้นที่ผิวเมล็ด (มม.)
KUSL3802-1	11.12 e[1/]	2.74 d	105.6 e
KUSL3802-4	14.35 bc	3.52 bc	120.7 bc
KUSL3802-6	15.20 ab	3.59 ab	127.1 ab
NS1 1-12	16.88 a	4.02 a	130.7 a
ST2 34-1	13.23 cd	3.47 bc	117.4 bcd
KUSL20004	14.52 bc	3.72 ab	127.1 ab
SJ5	12.95 cde	3.42 bc	114.6 cde
CM60	11.90 de	3.07 cd	108.4 de
ค่าเฉลี่ย	13.77	3.44	118.9
$LSD_{.05}$	1.73	0.45	9.22
C.V. (%)	8.54	8.94	5.27

[1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 รูปร่างเมล็ด เปลือกหุ้มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) แกนต้นอ่อน (เปอร์เซ็นต์) และความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ด (มม.) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 (ส.ค.-พ.ย. 2551) เก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยว

สายพันธุ์ /พันธุ์	รูปร่างเมล็ด	เปลือกหุ้มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	แกนต้นอ่อน (เปอร์เซ็นต์)	ความหนาเปลือกหุ้มเมล็ด (มม.)
KUSL3802-1	0.6458 a[1/]	8.42 a	2.98 a	0.109 bc
KUSL3802-4	0.5680 b	7.20 b	2.53 bcd	0.097 c
KUSL3802-6	0.5670 b	7.09 b	2.36 cde	0.099 c
NS1 1-12	0.6523 a	8.21 a	2.10 e	0.102 c
ST2 34-1	0.5728 b	7.45 b	2.58 bc	0.106 bc
KUSL20004	0.6415 a	7.38 b	2.25 de	0.117 ab
SJ5	0.6415 a	7.85 ab	2.32 cde	0.126 a
CM60	0.5725 b	8.24 a	2.72 ab	0.110 bc
ค่าเฉลี่ย	0.6077	7.73	2.48	0.1085
$LSD_{.05}$	0.0273	0.70	0.27	1.31
C.V. (%)	2.73	6.15	7.36	8.24

[1/]ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 น้ำหนักเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด) ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม./25 เมล็ด) และ พื้นที่ผิวเมล็ด (ตร.มม.) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในฤดูแล้งปี 2551 (ม.ค.-พ.ค. 2552) เก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยว

สายพันธุ์ /พันธุ์	น้ำหนักเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)	ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม./25 เมล็ด)	พื้นที่ผิวเมล็ด (ตร.มม.)
KUSL3802-1	15.34 f[1/]	3.76 d	129.3 d
KUSL3802-4	17.68 cd	4.31 c	140.4 c
KUSL3802-6	18.15 bc	4.39 c	143.5 bc
NS1 1-12	20.14 a	5.09 a	154.3 a
ST2 34-1	18.90 b	4.56 bc	147.9 b
KUSL20004	18.92 b	4.69 b	149.0 ab
SJ5	16.07 ef	3.79 d	128.5 d
CM60	16.61 de	3.91 d	131.4 d
ค่าเฉลี่ย	17.73	4.31	140.5
$LSD_{.05}$	1.10	0.27	5.92
C.V. (%)	4.20	4.30	2.86

[1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 รูปร่างเมล็ด เปลือกหุ้มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) แกนต้นอ่อน (เปอร์เซ็นต์) และความหนาเปลือกหุ้มเมล็ด (มม.) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในฤดูแล้งปี 2551 (ม.ค.-พ.ค.2552) เก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยว

สายพันธุ์ /พันธุ์	รูปร่างเมล็ด	เปลือกหุ้มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	แกนต้นอ่อน (เปอร์เซ็นต์)	ความหนาเปลือกหุ้มเมล็ด (มม.)
KUSL3802-1	0.6570 a[1/]	7.23 a	2.07 bc	0.111 be
KUSL3802-4	0.5613 c	6.44 b	1.97 c	0.092 d
KUSL3802-6	0.5773 bc	6.40 b	2.07 bc	0.125 a
NS1 1-12	0.6578 a	6.27 b	1.93 c	0.105 bcd
ST2 34-1	0.5875 b	6.70 ab	2.37 ab	0.096 cd
KUSL20004	0.6450 a	7.36 a	2.23 abc	0.108 bc
SJ5	0.6465 a	7.25 a	2.06 bc	0.116 ab
CM60	0.5745 bc	7.15 a	2.52 a	0.107 bc
ค่าเฉลี่ย	0.6133	6.85	2.15	0.107
$LSD_{.05}$	0.0182	0.63	0.33	0.013
C.V. (%)	2.02	6.25	10.55	8.32

[1/] ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรตัวพิมพ์ที่เหมือนกันในแต่ละคอลัมน์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's LSD

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 (ส.ค.-พ.ย. 2551) เก็บเกี่ยวที่ระยะเก็บเกี่ยว

ลักษณะทางกายภาพ	ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม./25 เมล็ด)	พื้นที่ผิวเมล็ด (ตร.มม.)	รูปร่างเมล็ด	เปลือกหุ้มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	แกนต้นอ่อน (เปอร์เซ็นต์)	ความหนาเปลือกหุ้มเมล็ด (มม.)
น้ำหนักเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)	0.800**	0.891**	0.059	-0.309	-0.573**	-0.316
ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม./25 เมล็ด)	1	0.843**	0.038	-0.244	-0.565**	-0.160
พื้นที่ผิวเมล็ด (ตร.มม.)		1	0.035	-0.444*	-0.626**	-0.286
รูปร่างเมล็ด			1	0.393*	-0.277	0.406*
เปลือกหุ้มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)				1	0.181	0.278
แกนต้นอ่อน (เปอร์เซ็นต์)					1	-0.117

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในฤดูแล้ง 2551 (ม.ค.- พ.ค. 2552) เก็บเกี่ยวที่ระยะเก็บเกี่ยว

ลักษณะทางกายภาพ	ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม./25 เมล็ด)	พื้นที่ผิวเมล็ด (ตร.มม.)	รูปร่างเมล็ด	เปลือกหุ้มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	แกนต้นอ่อน (เปอร์เซ็นต์)	ความหนาเปลือกหุ้มเมล็ด(มม.)
น้ำหนักเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)	0.842**	0.868**	0.123	-0.475**	0.216	-0.223
ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม./25 เมล็ด)	1	0.953**	0.106	-0.414*	-0.111	-0.298
พื้นที่ผิวเมล็ด (ตร.มม.)		1	0.041	-0.568**	-0.088	-0.299
รูปร่างเมล็ด			1	0.252	-0.221	0.229
เปลือกหุ้มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)				1	0.219	0.261
แกนต้นอ่อน (เปอร์เซ็นต์)					1	-0.043

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพพื้นฐานได้แก่ น้ำหนักเมล็ด ปริมาตรเมล็ด พื้นที่ผิวเมล็ด กับวิธีการทดสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในปลายฤดูฝนเก็บเกี่ยวในระยะแก่เก็บเกี่ยว (ตารางที่ 19) และระหว่างการเก็บรักษานาน 8 เดือน (ตารางที่ 21, 22 และ 23) พบว่า ไม่พบความสัมพันธ์ของลักษณะทางภาพทั้ง 3 ลักษณะกับการทดสอบคุณภาพทุกวิธีอาจมีสาเหตุมาจากช่วงการพัฒนาและระยะสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์สภาพอากาศมีความแปรปรวนน้อยการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์จึงไม่สูงมากนัก คุณภาพของเมล็ดพันธุ์สายพันธุ์ดีเด่นและพันธุ์เปรียบเทียบมีความแตกต่างกันน้อยจึงไม่พบความสัมพันธ์นี้ แต่เมื่อวิเคราะความสัมพันธ์ของน้ำหนัก ปริมาตร และพื้นที่ผิวของเมล็ดกับการทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ ปลูกในฤดูแล้งที่ระยะแก่เก็บเกี่ยว (ตารางที่ 20) พบว่าน้ำหนัก 100 เมล็ดมีความสัมพันธ์กับค่าการนำไฟฟ้า (r=0.429*) ปริมาตรเมล็ดมีความสัมพันธ์กับความงอกมาตรฐาน การเร่งอายุ ค่าการนำไฟฟ้า (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r= -0.361*, r= -0.443*, r= 0.444* ตามลำดับ) และพื้นที่ผิวมีความสัมพันธ์กับการเร่งอายุ (r = -0.365*, r=-0.512**, r = 0.457** ตามลำดับ) กล่าวได้ว่า ถั่วเหลืองสายพันธุ์ที่เมล็ดมีน้ำหนักต่ำขนาดเมล็ดเล็กจะมีความงอกความแข็งแรงสูงกว่าสายพันธุ์ที่มีน้ำหนักเมล็ดสูงและเมล็ดขนาดใหญ่ และพบความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนัก ปริมาตร พื้นที่ผิวเมล็ดกับความงอกมาตรฐาน (ตารางที่ 24) ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (ตารางที่ 25) และค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ (ตารางที่ 26) ระหว่างการเก็บรักษานาน 8 เดือนของเมล็ดที่ปลูกในฤดูแล้ง จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่า ขนาดของเมล็ดถั่วเหลืองมีความสัมพันธ์ทางลบกับความงอกและความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ และพบความสัมพันธ์ทางบวกกับค่าการนำไฟฟ้าที่ระยะ HM และระหว่างการเก็บรักษา กล่าวคือ ถั่วเหลืองสายพันธุ์ที่มีขนาดเมล็ดเล็กมีแนวโน้มที่จะให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ดีและสามารถเก็บรักษาได้ยาวนานกว่าสายพันธุ์ที่ให้เมล็ดขนาดใหญ่ Hill *et al*. (1986) กล่าวว่า ถั่วเหลืองที่มีขนาดเมล็ดเล็กมีคุณภาพดีกว่าเมล็ดขนาดใหญ่น่าจะมีสาเหตุจากเมล็ดขนาดเล็กดูดน้ำและความชื้นได้ช้า สอดคล้องรายงานของ วันชัย และคณะ (2543ก) และ รัฐ (2550) โดยสายพันธุ์ KUSL3802-1 มีเมล็ดขนาดเล็กน้ำหนักเมล็ดต่ำเป็นสายพันธุ์ที่มีความงอกและความแข็งแรงสูง และความสามารถในการเก็บรักษาได้ยาวนานกว่าสายพันธุ์ KUSL20004 และ ST2 34-1 ที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ น้ำหนักเมล็ดมาก ผลการทดลองสอดคล้องกับ ละอองดาว และคณะ (2550) อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ KUSL3802-6 และ NS1 1-12 ซึ่งมีน้ำหนักเมล็ดมากเมล็ดขนาดใหญ่ แต่มีความสามารถในการเก็บรักษาค่อนข้างสูง ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีความสามารถในการเก็บรักษาได้ยาวนาน แม้จะสามารถใช้ลักษณะทางกายภาพพื้นฐานได้แก่ น้ำหนัก ปริมาตร และพื้นที่ผิวของเมล็ดประกอบการพิจารณาคัดเลือกพันธุ์ในเบื้องต้นได้แต่การตัดสินใจควรใช้ผลการตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์เป็นสำคัญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับเปอร์เซ็นต์แกนต้นอ่อนของเมล็ดถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ที่ปลูกในปลายฤดูฝน (ตารางที่ 14) พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 2.10 – 2.98 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 2.48 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ NS1 1-12 เปอร์เซ็นต์แกนต้นอ่อนต่ำสุด สายพันธุ์ KUSL3802-1 มีค่าสูงสุด และเมล็ดที่ปลูกในฤดูแล้ง (ตารางที่ 16) เปอร์เซ็นต์แกนต้นอ่อนเฉลี่ยต่ำกว่าคือมีค่าอยู่ระหว่าง 1.93 - 2.52 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 2.15 เปอร์เซ็นต์สายพันธุ์ NS1 1-12 มีเปอร์เซ็นแกนต้นอ่อนต่ำสุด ส่วนพันธุ์ CM60 มีค่าสูงสุด พบว่า เปอร์เซ็นต์แกนต้นอ่อนของเมล็ดที่ปลูกในปลายฤดูฝนมีความสัมพันธ์ทางลบกับน้ำหนัก ปริมาตร และพื้นที่ผิวของเมล็ด (r= -0.573**, -0.565**, -0.677** ตามลำดับ) (ตารางที่ 17) กล่าวโดยรวมคือเมล็ดขนาดใหญ่จะมีแกนต้นอ่อนในสัดส่วนที่น้อยหรืออีกนัยหนึ่งถั่วเหลืองสายพันธุ์ต่างๆ ที่มีเมล็ดขนาดใหญ่ก็เนื่องจากมีใบเลี้ยงขนาดใหญ่นั้นเอง

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์แกนต้นอ่อนกับคุณภาพของเมล็ดพันธ์ พบว่าเปอร์เซ็นต์แกนต้นอ่อนมีความสัมพันธ์กับความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวในระยะ HM (r= 0.539**) (ตารางที่ 19) แต่ไม่พบความสัมพันธ์นี้ในเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในฤดูแล้ง น่าจะมีเหตุผลมาจากเมล็ดที่ปลูกในปลายฤดูฝนมีสัดส่วนของแกนต้นอ่อนสูงว่าเมล็ดที่ปลูกในฤดูแล้ง บทบาทของแกนต้นอ่อนของเมล็ดน่าจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับเมล็ดในด้านสนับสนุนการงอกของเมล็ดได้ต้นกล้าที่สมบูรณ์แข็งแรง ผลการทดลองสอดคล้องกับรายงานของ สุชาติ (2537)

ค่า eccentricity เป็นค่าบ่งชี้ถึงรูปทรงเมล็ดโดยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึงเมล็ดมีรูปร่างค่อนข้างเป็นทรงกลม ขณะที่ค่าเข้าใกล้ 1 หมายถึงเมล็ดมีรูปร่างค่อนข้างเป็นทรงรี เมล็ดที่ปลูกในปลายฤดูฝนค่า eccentricity มีความแตกต่างกันทางสถิติ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5670-0.6523 เฉลี่ย 0.6077 (ตารางที่ 14) สายพันธุ์ NS1 1-12 ค่า eccentricity สูงสุด สายพันธุ์ KUSL3802-6 มีค่า eccentricity ต่ำสุดและเมล็ดที่ปลูกในฤดูแล้ง (ตารางที่ 16) พบว่าค่า eccentricity แตกต่างกันทางสถิติ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.5613-0.6578 เฉลี่ย 0.6133 สายพันธุ์ NS1 1-12 ค่า eccentricity สูงสุด และสายพันธุ์ KUSL3802-4 ค่า eccentricity ต่ำสุด จากผลทดลองพบว่ารูปร่างของเมล็ดมีลักษณะรูปร่างสอดคล้องกันทั้ง 2 ฤดูปลูก สายพันธุ์/พันธุ์ที่อยู่กลุ่มเมล็ดค่อนข้างรี ได้แก่ NS1 1-12, KUSL3802-1, SJ5, KUSL20004 ส่วนสายพันธุ์/พันธุ์ เมล็ดค่อนข้างกลมได้แก่ CM60 ST2 34-1, KUSL3802-4, และ KUSL3802-6 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของลักษณะรูปร่างเมล็ดซึ่งมีค่า eccentricity เป็นค่าบ่งชี้เมล็ดที่ปลูกในปลายฤดูฝน (ตารางที่ 17) ค่า eccentricity มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ด (r=0.393*) และความหนาเปลือกหุ้มเมล็ด (r = 0.406*) แต่ไม่พบความสัมพันธ์นี้ในฤดูแล้ง กล่าวได้ว่าเมล็ดที่มีรูปร่างกลมจะมีเปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดและเปลือกหุ้มเมล็ดบางกว่าเมล็ดที่มีรูปร่างรี สอดคล้องกับการศึกษาของ Kuo (1989) และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วันชัย และคณะ (2543ข) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่า eccentricity กับลักษณะทางคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ระยะ HM ของเมล็ดที่ปลูกในปลายฤดูฝน (ตารางที่ 19) พบว่า eccentricity มีความสัมพันธ์กับความงอกในไร่ (r = 0.422*) และพบความสัมพันธ์ของค่า eccentricity กับค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดในระยะ HM ที่ปลูกในปลายฤดูแล้ง (r=-0.455**) (ตารางที่ 20) อธิบายได้ว่าเมล็ดพันธุ์ที่มีค่า eccentricity สูงหรือเมล็ดรูปร่างรีจะมีความงอกในไร่สูงและมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำหรือเมล็ดมีความแข็งแรงสูงนั้นเอง นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ทางบวกของค่า eccentricity กับความงอกมาตรฐานระหว่างการเก็บรักษานาน 8 เดือน (ตารางที่ 21 และ 24) กล่าวคือ เมล็ดที่มีค่า eccentricity เข้าใกล้ 1 หรือเมล็ดค่อนข้างเป็นทรงรีมีแนวโน้มสามารถเก็บรักษาได้ยาวนาน

ลักษณะทางกายภาพของเปลือกหุ้มเมล็ดศึกษา 2 ลักษณะคือ เปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดและความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ด ผลการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดของเมล็ดที่ปลูกในปลายฤดูฝน (ตารางที่ 14) มีค่าอยู่ระหว่าง 7.09 – 8.42 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 7.73 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ KUSL3802-6 มีเปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดต่ำสุด พันธุ์ CM60 มีเปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดสูงสุด พบว่า ค่าเฉลี่ยของเมล็ดที่ปลูกในฤดูแล้ง (ตารางที่ 16) ต่ำกว่าเมล็ดที่ปลูกในปลายฤดูฝน มีค่า 6.27 – 7.36 เปอร์เซ็นต์ เฉลี่ย 6.85 เปอร์เซ็นต์ สายพันธุ์ NS1 1-12 เปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดต่ำสุด สายพันธุ์ KUSL20004 มีเปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดสูงสุดและเมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดกับลักษณะทางกายภาพอื่นๆ กับเมล็ดพันธุ์ที่ปลูกในฤดูแล้ง (ตารางที่ 18) พบว่า เปลือกหุ้มเมล็ดมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักเมล็ด (r= -0.475**) ปริมาตรเมล็ด (r= -0.414*) และพื้นที่ผิวเมล็ด (r= -0.490**) แต่ไม่พบความสัมพันธ์นี้กับเมล็ดที่ปลูกในปลายฤดูฝน กล่าวได้ว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์เมล็ดขนาดเล็กจะมีเปอร์เซ็นเปลือกหุ้มเมล็ดสูง ในทางตรงกันข้ามสายพันธุ์เมล็ดขนาดใหญ่จะให้เปอร์เซ็นต์เปลือกหุ้มเมล็ดต่ำ อารมย์ (2544) ได้ศึกษาความแปรปรวนทางของลักษณะทางกายภาพบางประการของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 10 สายพันธุ์/พันธุ์ พบว่าถั่วเหลืองสายพันธุ์ที่มีสัดส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดสูงจะมีอัตราการดูดน้ำต่ำ ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพดี Potts *et al*. (1978) พบว่า เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วเหลืองที่ซึมซับไอน้ำได้ต่ำจะทนทานต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ดีกว่าเปลือกที่ซึมซับไอน้ำได้สูง ซึ่งถั่วเหลืองต่างสายพันธุ์/พันธุ์จะซึมซับไอน้ำได้แตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดที่ปลูกในปลายฤดูฝน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.097 – 0.126 มิลลิเมตร เฉลี่ย 0.108 มิลลิเมตร (ตารางที่ 14) สายพันธุ์ KUSL3802-4 มีเปลือกหุ้มเมล็ดบางที่สุด พันธุ์ SJ5 มีความหนาสูงสุด เมล็ดที่ปลูกในฤดูแล้ง (ตารางที่ 16) ความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดอยู่ระหว่าง 0.092 – 0.125 มิลลิเมตร เฉลี่ย 0.107 มิลลิเมตร สายพันธุ์ KUSL3802-4 เปลือกหุ้มเมล็ดบางที่สุด ส่วนสายพันธุ์ KUSL3802-6 เปลือกหุ้มเมล็ดหนาที่สุด จากตารางที่ 20 และ 26 พบว่าความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดที่ปลูกในฤดูแล้งมีความสัมพันธ์ทางลบกับค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ที่ระยะ HM และค่าการนำไฟฟ้าระหว่างการเก็บรักษานาน 8 เดือน แต่ไม่พบความสัมพันธ์นี้ในเมล็ดที่ปลูกในปลายฤดูฝน กล่าวได้ว่าเมล็ดที่มีเปลือกหุ้มเมล็ดหนาจะมีความแข็งแรงสูงกว่าเมล็ดเปลือกหุ้มเมล็ดบาง เมล็ดเปลือกหุ้มเมล็ดหนาจะช่วยให้เมล็ดดูดน้ำในชั่วโมงแรกได้ช้าและช่วยป้องกันความเสียหายจากการสำลักน้ำทำให้เมล็ดมีคุณภาพดี (เชิดชาย, 2542) ผลการทดลองทั้ง 2 ฤดูแสดงให้เห็นว่า สายพันธุ์ KUSL3802-4, KUSL20004 และ CM 60 มีความหนาของเปลือกหุ้มเมล็ดค่อนข้างบาง ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ วันชัย และคณะ (2553) รายงานตรงกันว่า ถั่วเหลืองทั้ง 3 สายพันธุ์/พันธุ์ นี้ค่อนข้างไวต่อการสำลักน้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับ สายพันธุ์ KUSL3802-1, KUSL3802-6, NS1 1-12, ST2 34-1 และ SJ5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกับความงอกมาตรฐาน ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ ค่าการนำไฟฟ้า และความงอกในไร่ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ปลูกในปลายฤดูฝน ปี 2551 (ส.ค.-พ.ย. 2551) เก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยว

ลักษณะทางกายภาพ	ความงอกมาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์)	การเร่งอายุ (เปอร์เซ็นต์)	ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm/g.seed)	ความงอกในไร่ (เปอร์เซ็นต์)
น้ำหนักเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)	-0.194	0.04	0.167	0.030
ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม./25 เมล็ด)	-0.029	0.072	-0.171	-0.227
พื้นที่ผิวเมล็ด (มม.)	-0.226	0.086	-0.095	-0.110
รูปร่างเมล็ด	0.088	-0.022	-0.219	0.422*
เปลือกหุ้มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	0.179	-0.131	0.036	0.304
แกนต้นอ่อน (เปอร์เซ็นต์)	0.539**	0.035	0.154	0.022
ความหนาเปลือกหุ้มเมล็ด (มม.)	-0.0113	-0.09	-0.057	0.303

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกับความงอกมาตรฐาน ความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ และค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในปลายฤดูฝน ปี 2551 (ม.ค.-พ.ค. 2552) เก็บเกี่ยวที่ระยะแก่เก็บเกี่ยว

ลักษณะทางกายภาพ	ความงอกมาตรฐาน (เปอร์เซ็นต์)	การเร่งอายุ (เปอร์เซ็นต์)	ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm/g.seed)
น้ำหนักเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)	-0.156	-0.300	0.429*
ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม./25 เมล็ด)	-0.361*	-0.443*	0.444*
พื้นที่ผิวเมล็ด (มม.)	-0.365*	-0.512**	0.457**
รูปร่างเมล็ด	0.281	-0.091	-0.455**
เปลือกหุ้มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	0.048	0.203	-0.186
แกนต้นอ่อน (เปอร์เซ็นต์)	-0.216	-0.077	0.130
ความหนาเปลือกหุ้มเมล็ด (มม.)	0.233	0.060	-0.391*

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกับความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในปลายฤดูฝน ปี 2551 ภายหลังเก็บรักษานาน 0, 2, 4, 6 และ 8 เดือน ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์

	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)				
ลักษณะทางกายภาพ	0	2	4	6	8
น้ำหนักเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)	-0.299	-0.22	-0.223	-0.207	-0.174
ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม./25 เมล็ด)	-0.308	-0.205	-0.325	-0.302	-0.253
พื้นที่ผิวเมล็ด (มม.)	-0.377*	-0.166	-0.177	-0.122	-0.136
รูปร่างเมล็ด	0.122	0.369*	0.446*	0.326	0.324
เปลือกหุ้มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	0.325	0.103	0.281	0.302	0.349
แกนต้นอ่อน (เปอร์เซ็นต์)	0.523**	0.14	0.117	0.199	0.135
ความหนาเปลือกหุ้มเมล็ด (มม.)	0.018	0.013	0.15	0.009	-0.059

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 22 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกับความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (%) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในปลายฤดูฝน ปี 2551 ภายหลังเก็บรักษานาน 0, 2, 4, 6 และ 8 เดือน ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์

	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)				
ลักษณะทางกายภาพ	0	2	4	6	8
น้ำหนักเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)	0.068	0.078	0.091	0.115	0.096
ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม./25 เมล็ด)	0.087	0.103	0.08	0.147	0.166
พื้นที่ผิวเมล็ด (มม.)	0.113	0.124	0.128	0.148	0.156
รูปร่างเมล็ด	-0.027	0.031	0.025	0.156	0.192
เปลือกหุ้มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	-0.159	0.044	0.044	0.158	0.206
แกนต้นอ่อน (เปอร์เซ็นต์)	-0.018	-0.003	-0.005	-0.113	-0.117
ความหนาเปลือกหุ้มเมล็ด (มม.)	-0.109	-0.102	-0.186	-0.151	-0.179

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 23 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกับความแข็งแรงโดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า(μs/cm/g.seed) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 ภายหลังเก็บรักษานาน 0, 2, 4, 6 และ 8 เดือน ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์

ลักษณะทางกายภาพ	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)				
	0	2	4	6	8
น้ำหนักเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)	-0.070	0.169	0.256	0.083	-0.131
ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม./25 เมล็ด)	-0.102	0.136	0.134	-0.018	-0.102
พื้นที่ผิวเมล็ด (มม.)	-0.044	0.234	0.261	0.200	-0.146
รูปร่างเมล็ด	-0.030	-0.179	0.255	-0.006	-0.107
เปลือกหุ้มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	-0.033	-0.158	-0.056	-0.141	-0.059
แกนต้นอ่อน (เปอร์เซ็นต์)	-0.077	-0.069	-0.003	-0.170	0.107
ความหนาเปลือกหุ้มเมล็ด (มม.)	-0.060	-0.092	-0.110	-0.026	0.010

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 24 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกับเปอร์เซ็นต์ความงอกมาตรฐานของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูกในฤดูแล้ง ปี 2551 (ม.ค.-พ.ค.2552) ภายหลังเก็บรักษานาน 0, 2, 4, 6 และ 8 เดือน ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์

	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)				
ลักษณะทางกายภาพ	0	2	4	6	8
น้ำหนักเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)	-0.314	-0.422*	0.295	-0.373*	-0.449**
ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม./25 เมล็ด)	-0.476**	-0.440*	-0.274	-0.446*	-0.489**
พื้นที่ผิวเมล็ด (มม.)	-0.497**	-0.450**	-0.345	-0.482**	-0.554**
รูปร่างเมล็ด	0.404*	0.420*	0.480**	0.302	0.412*
เปลือกหุ้มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	0.169	0.167	0.211	0.234	0.355*
แกนต้นอ่อน (เปอร์เซ็นต์)	-0.248	-0.104	-0.200	-0.170	-0.068
ความหนาเปลือกหุ้มเมล็ด (มม.)	0.285	0.163	0.168	0.238	0.355*

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 25 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกับความแข็งแรงโดยวิธีการเร่งอายุ (%) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ ปลูก ในฤดูแล้ง ปี 2551 (ม.ค.-พ.ค. 2552) ภายหลังเก็บรักษานาน 0, 2, 4, 6 และ 8 เดือน ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์

	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)				
ลักษณะทางกายภาพ	0	2	4	6	8
น้ำหนักเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)	-0.237	-0.358*	-0.475*	-0.495**	-0.520**
ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม./25 เมล็ด)	-0.352*	-0.509**	-0.609**	-0.668**	-0.631**
พื้นที่ผิวเมล็ด (มม.)	-0.394*	-0.447**	-0.587**	-0.665**	-0.658**
รูปร่างเมล็ด	-0.059	-0.200	0.319	0.186	0.059
เปลือกหุ้มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	0.081	-0.062	0.023	0.082	0.090
แกนต้นอ่อน (เปอร์เซ็นต์)	-0.182	-0.002	-0.147	-0.153	-0.107
ความหนาเปลือกหุ้มเมล็ด (มม.)	0.002	0.162	0.236	0.321	0.371*

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 26 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะทางกายภาพของเมล็ดกับความแข็งแรงโดยวิธีวัดค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm/g.seed) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 8 สายพันธุ์/พันธุ์ปลูกในฤดูแล้ง ปี 2551 (ม.ค.-พ.ค. 2552) ภายหลังเก็บรักษานาน 0, 2, 4, 6 และ 8 เดือน ในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์

	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)				
	0	2	4	6	8
น้ำหนักเมล็ด (กรัม/100 เมล็ด)	0.463*	0.422**	0.477**	0.650**	0.500**
ปริมาตรเมล็ด (ลบ.ซม./25 เมล็ด)	0.494**	0.539**	0.539**	0.749**	0.625**
พื้นที่ผิวเมล็ด (มม.)	0.472**	0.495**	0.561**	0.768**	0.659**
รูปร่างเมล็ด	-0.441*	-0.451**	-0.256	-0.070	-0.244
เปลือกหุ้มเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)	-0.159	-0.108	-0.152	-0.240	-0.245
แกนต้นอ่อน (เปอร์เซ็นต์)	0.031	0.088	0.228	0.192	0.059
ความหนาเปลือกหุ้มเมล็ด (มม.)	-0.436*	-0.387*	-0.374*	-0.224	-0.455*

* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุป

1. ผลการศึกษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ปลูกในปลายฤดูฝนและฤดูแล้ง ผลการทดลองสรุปได้ว่า สายพันธุ์ที่มีความทนทานต่อ สภาพฟ้าอากาศที่เลวร้ายได้ในเกณฑ์ดีคือ KUSL3802-1 และ KUSL3802-6 ส่วนสายพันธุ์ที่อ่อนแอหรือไวต่อสภาพฟ้าอากาศที่เลวร้ายได้แก่ KUSL20004, NS1 1-12, ST2 34-1 และ KUSL3802-4

2. คุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองสายพันธุ์ดีเด่นของโครงการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลือง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทั้ง 6 สายพันธุ์ที่ศึกษา พบว่า สายพันธุ์ที่มีคุณภาพดีภายหลังการเก็บรักษา 8 เดือน เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ SJ5 คือ KUSL3802-1, KUSL3802-6 และ NS1 1-12 ขณะที่สายพันธุ์ KUSL20004, KUSL3802-4 และ ST2 34-1 มีคุณภาพเมล็ดพันธุ์ค่อนข้างต่ำใกล้เคียงกับพันธุ์ CM60

3. วิธี incubator weathering เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกสายพันธุ์/พันธุ์ที่ต้านทานต่อการเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูก และประเมินศักยภาพของเมล็ดพันธุ์ในด้านความสามารถในการเก็บรักษา

4. ลักษณะทางกายภาพที่มีความสัมพันธ์กับความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ได้แก่ น้ำหนักเมล็ด ปริมาตร และพื้นที่ผิวเมล็ด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช. 2550. **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช.** ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์.** กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.

ดวงทิพย์ เปรมจิตต์. 2518. **อิทธิพลของการเด็ดใบ การให้ปุ๋ยทางใบ ความเข้มแสงและการยืดอายุการเก็บเกี่ยวที่มีผลต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เชิดชาย วังคำ. 2542. **ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดและเยื่อหุ้มเมล็ดที่สัมพันธ์กับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชุติมา คชวัฒน์, อำนวย ทองดี, เสริมศักดิ์ สุวรรณราช, บรรจง ขันธวิชัย, อาคม สุ่มมาตย์ และสุวรรณ ทิพย์เมืองพรหม. 2533. การศึกษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์นครสวรรค์ 1 ที่มีรอยปริบนเปลือกหุ้มเมล็ด, น. 262 – 268 *ใน* **รายงานสัมนาเชิงปฏิบัติการงานวิจัยถั่วเหลือง ครั้งที่ 3**. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้, กรมวิชาการเกษตรและกรมส่งเสริมการเกษตร.

ทรงศักดิ์ จุนถิระพงษ์ และ เจมส์ ซี เดอลูช. 2541. อิทธิพลของสีเปลือกของเมล็ดต่อการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง (*Glycine max* L. Merrill), น. 233-241. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 7.** มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.

บงกช สงวนสัตย์. 2539. **การเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในแปลงปลูกของถั่วเหลืองบางพันธุ์ และผลของวิธีการลดความชื้นต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรพันธ์ ภู่พร้อมพันธุ์. 2534. **การศึกษาชนิดของความต้านทานและการให้ผลผลิตของสายพันธุ์ถั่วเหลืองต้านทานหนอนเจาะฝัก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พูนพันธุ์ สมบัตินันท์, นิดา สรชาติ และ สนิท กิตติกรณ์. 2521. ศึกษาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในสภาพความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ, น. 181-187. *ใน* **รายงานการทดลองและวิจัยวิทยาการเมล็ดพันธุ์ 2520-2522 สาขามาตรฐานพันธุ์พืช.** กองพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ภัทรา อาชวสมิต, ศรีสุรางค์ ลิขิตเอกราช, วุฒิศักดิ์ บุตรธนู และ สุนีย์ ศรีสิงห์. 2522. โรคแอนแทรคโนสของถั่วเหลือง. **รายงานประจำปี 2522**. กองวิจัยโรคพืช, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

รัฐ เกาวนันทน์. 2546. **ความแตกต่างของพันธุ์ถั่วเหลืองในด้านคุณภาพและคุณสมบัติทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ต่อความต้านทานการเสื่อมคุณภาพในแปลง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ละอองดาว แสงหล้า, สิทธิ์ แดงประดับ, จิดาภา แดงประดับ, คงศักดิ์ กำแหงสงคราม และ เสวต เจริญอากาศ. 2550. ผลของลักษณะทางกายภาพที่มีต่อการเสื่อมคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์/สายพันธุ์ต่าง ๆ. **ว. วิชาการเกษตร.** 25 (2): 166-176.

วันชัย จันทร์ประเสริฐ. 2533. การศึกษาความงอก ความแข็งแรงและความสามารถในการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 18 สายพันธุ์. **ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย์.)** 24: 261-267.

_____. 2537. **สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2542**. เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชไร่**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____, จวงจันทร์ ดวงพัตรา และ อนงค์ รัตนอุบล. 2527. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเมล็ดแข็งและความงอกของเมล็ดถั่วเหลืองในระหว่างการเก็บรักษา. **รายงานผลการวิจัยประจำปี 2527 โครงการคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วันชัย จันทร์ประเสริฐ, เชิดชาย วังคำ, สมศักดิ์ ศรีสมบุญ และ ลิลลี่ กาวีต๊ะ. 2543ก. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพกับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 40 สายพันธุ์/พันธุ์, น. 32-42. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____, เชิดชาย วังคำ, สมศักดิ์ ศรีสมบุญ และ ลิลลี่ กาวีต๊ะ. 2543ข. ลักษณะทางกายภาพของเมล็ดและเยื่อหุ้มเมล็ดของถั่วเหลือง 40 สายพันธุ์/พันธุ์, น. 32-42. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

_____. 2544. การศึกษาเปลือกเมล็ดถั่วเหลืองด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบลำแสงส่องกราดในถั่วเหลืองพันธุ์ที่มีคุณภาพเมล็ดต่างกัน. น. 278-290. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 8.** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

_____, เอนกนันต์ มาช่วย, เชิดชาย วังคำ และ อามีร์ ซามาน คาน. 2543 อิทธิพลของวันปลูกและความหนาแน่นพืชที่มีต่ออุณหภูมิในทรงพุ่มและคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง, น. 22-31. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38 (สาขาพืชและสาขาส่งเสริมนิเทศศาสตร์เกษตร)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____, สุชาติ อ่อนดำ, รังสฤษดิ์ กาวีต๊ะ และ สุรพล อุปดิสสกุล. 2539. การเสื่อมคุณภาพในแปลงปลูกและลักษณะทางกายภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 10 พันธุ์, น. 296-302. *ใน* **รายงานการประชุมวิชาการถั่วเหลืองแห่งชาติ ครั้งที่ 6**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____,ศิรินทิพย์ เหล่าวานิชกุล, อัจฉราวรรณ ตังสุวรรณ์ และ สุปราณี งามประสิทธิ์. 2553. ความไวต่อการขาดน้ำและการสำลักน้ำในระหว่างการงอกของถั่วเหลืองต่างพันธุ์. **ว.วิทย์. กษ.** 41 (3/1) (พิเศษ): 109-112.

ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่. 2539. **ถั่วเหลืองพันธุ์สุโขทัย 2**. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศรีสมวงค์ มานิตย์, รัชนี คงตาคำ, กัลยา รัตนถาวร, เสวต เจริญอากาศ, คงศักดิ์ กำแหงสงคราม และจรัญ สมหวัง. 2533. การศึกษาคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจากแหล่งผลิตต่าง ๆ, น. 670-673. *ใน* **รายงานผลการวิจัยประจำปี 2533 ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่.** สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สุชาติ อ่อนดำ. 2537. **ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพกับคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุนันทา จันทกูล. 2549. **เอกสารประกอบการสอนวิชาสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์**, ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. **สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2554.** สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อนงค์ รัตนอุบล. 2531. **ผลของการเก็บเกี่ยวล่าช้าวิธีการนวดและการเก็บเกี่ยวในสภาพต่าง ๆ ต่อคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง (*Glycine max* (L.) Merr.)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรวรรณ วงษ์วานิช, นิดา สรชาติ และ ดวงทิพย์ เปรมจิตต์. 2520. ผลของความชื้นในเมล็ดที่มีต่ออายุการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง, น. 56-60. *ใน* **รายงานผลการทดลองและวิจัยวิทยาการเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 2520-22.** กองพืชไร่นา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

อภิพรรณ พุกภักดี. 2546. **ถั่วเหลืองพืชทองของไทย**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อารมย์ ศรีพิจิตต์. 2544. การเปลี่ยนแปลงการเสื่อมคุณภาพในระหว่างการเร่งอายุเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 4. **ว. วิทย์. กษ.** 32: 61-76.

AOSA. 2002. **Seed Vigour Testing Handbook** . Contribution No.32 to the Handbook on seed Testing. Association of official Seed Analysis, USA.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Arulnandhy, V. and H.M.E. Herath. 1986. Cultivar variation instorability of soybean seed under the tropical environmemts. **21st ISTA congress Brisbane**. Preprint No. 22 Subject II. Zurich, Switzerland.

Bhatia, V.S., S.P. Tiwari, O.P. Joshi and A.N. Sharma. 1993. Effect of field weathering on soybean CV. Punjab 1 and JS 71-05. **J. Seed Res**. 21: 92-93.

Campos, P.S., V. Quartin, J.C. Ramalho and M.A. Nunes. 2003. Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of *Coffea* sp. plants. **J. Plant Physiol**. 160: 283-292.

Chachalis, D. and M. L. Smith. 2000. Imbibition behavior of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) accessions with different testa characteristics. **Seed Sci. & Technol**. 28: 321-331.

Chamma, H.M.C.P., J. Marcos Filho and O.J. Crocomo. 1990. Maturation of seed of Arowana bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and its influence on the storage potential. **Seed Sci. & Technol**. 18: 371-382.

Changrong, Y., P. Sripichitt, S. Juntakool, V. Hongtrakul and A. Sripichitt. 2007. Modifying controlled deterioration for evaluation field weathering resistance of soybean. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 41: 232-241.

Coolbear, P. 1995. Mechanism of seed deterioration, pp. 223-277. *In* Basra, A.S., ed. **Seed Quality: Basic Mechanisms and Agricultural Implications**. Food Products Press, New York.

Copeland, L.O and M.B. McDonald. 2001. **Principles of Seed Science and Technology**, 4th edition. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts.

Crookston, R.K. and D.S. Hill. 1978. A visual indicator of the physiological maturity of soybean seed. **Crop Sci**. 18: 774 – 779.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Custodio, C.C. and J. Marcos-Filho. 1997. Potassium leachate test for the evaluation of soybeanseed physiological quality. **Seed Sci. & Technol.** 25: 549-564.

Dassou, S. and E.A. Kueneman. 1984. Screening methodology for resistance of field weathering of soybean seed. **Crop Sci**. 24: 774-779.

Delouche, J.C. 1973. Precepts of seed storage, pp. 93-122. *In* **Proceedings of the Mississippi State Seed Processors Shortcourse.** Mississippi, USA.

_____. 1974. Maintaining soybean seed quality, pp. 44-62. *In* **Soybean Production, Marketing and Use**. Bulletin Y-69. National Development Center, Tennessee Valley Authority Muscle, Alabama.

_____. and C.C. Baskin. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Sci. & Technol**. 1: 427-452.

Duke, S.H., G. Kakefuda, C.A. Henson, N.L. Loeffler and N.M. VanHulle. 1986. Role of the testa epidermis in the leakage of intracellular substances from imbibing soybean seeds and its implications for seedling survival. **Physiol. Plant**. 68: 625-631.

Edward, C.J. and E.E. Hartwig. 1971. Effect of seed size upon rate of germination in soybeans. **Agron. J.** 63: 429-430.

Egli, D.B., D.M. TeKrony, J..J. Heitholt and J. Rupe. 2005. Air temperature during seed filling and soybean seed germination and vigor. **Crop Sci**. 45 (1): 1329-1335.

Fehr, W.R. and C.E. Caviness. 1977. **Stages of Soybean Development: Special Reprot**. Iowa States, Ames. 30p.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ferguson, J.M., D.K.TeKrony and D.B. Egli. 1990a. Changes during early soybean seed and axes deterioration II: Lipids. **Crop Sci.** 30: 179-182.

_____. 1990b. Changes during early soybean seed and axes deterioration: I. Seed quality and mitochondrial respiration**. Crop Sci**. 30: 175-179.

Gbikpi, P.J. and R.K. Crookston. 1981. A whole – plant indicator of soybean physical maturity. **Crop Sci.** 21: 469-472.

Grafius, J.E. 1964. A geometry in plant breeding. **Crop Sci**. 4: 241-246.

Hampton, J.G. and D.M. TeKrony. 1995. **Handbook of Vigor Test Method**. The International Seed Testing Association, Zurich.

Hampton, J.G., J.A. Johnstone and V.U. Eau. 1992. Bulk conductivity test variables for mungbean, soybean, and french bean seed lots. **Seed Sci. & Technol**. 20: 677-686.

Hill, H.J. and S.H. West. 1982. Fungal penetration of soybean seed through pores. **Crop Sci**. 22: 602-605

Hill, H.J., S.H. West and K. Hinson. 1986. Soybean seed size influences expression of the impermeable seed coat trait. **Crop Sci.** 26: 634-637.

Hodges, D.M. 2003. Overview: oxidative stress and postharvest produce, pp. 1-12. *In* Hodges, D.M., ed. **Postharvest Oxidative stress in Horticultural Crops**. Food Products Press, New York.

Horling, G.P., E.E. Gamble and S. S. Doram. 1994. Weathering of soybean (*glycine max* (L.) Merr.) in the tropics as affected by seed characteristics and reproductive development. **Trop. Agr.** 71 (2): 110-115.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Hwang, W.D. and F.J.M. Sung. 1991. Prevention of soaking injury in edible soybean seed by ethyl cellulose coating. **Seed Sci. & Technol**. 19: 269-278.

ISTA. 2008**. International Rules for Seed Testing, Edition 2008**. International Rules for Seed Testing, Bassersdorf, Switzerland.

Janero, D.R. 1990. Malondialdehyde and thiobarbituric acid-reactivity as diagnostic indices of lipid peroxidation and peroxidative tissue injury. **Free Radical Biol. Med**. 9: 515-540.

Khalil, S.K., J.G. Mexal and L.W. Murray. 2001. Soybean seed matured on different dates affect seed quality. **J. Biol. Sci**. 4(3): 365 - 370.

Kulik, M.M. and R.W. Yaklich. 1991. Soybean seed coat structures: Relationship to weathering resistance and infection by the fungus *Phomopsis phaseoli*. **Crop Sci**. 31: 108-113.

Kuo, W.H.J. 1989. Delayed permeability of soybean seed: characteristics and screening methodology. **Seed Sci. & Technol**. 17: 131 – 142.

Lima, W.A.A., A. Borém, D.C.F.S. Dias, M.A. Moreira and L.A.S. Dias. 2010. Lipoxygenase and physiological quality of soybean seeds during storage. **Seed Sci. & Technol**. 38 (3): 767-771.

Mallick, A.K. and B. Nandi. 1979. Role of moisture content in deterioration of rough rice in storage. **Seed Sci. & Technol**. 7(3): 423-429.

McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Sci. & Technol**. 27: 177-237.

_____, Jr and D.O. Willson. 1980. ASA610 ability to detect changes in soybean seed quality. **J. Seed Technol.** 5(1): 56-66.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Murphy, J.B. and T.L. Noland. 1982. Temperature effects on seed imbibitions and leakage mediated by viscosity and membranes. **Plant Physiol**. 69: 428-431.

Nangju, D., H.C. Wein and B. Ndimande. 1980. Improved practices for soya bean seed production in the tropics, pp. 427-448. *In* Hebblethwaite, P.D., ed. **Seed Production**. Butterworths and Co.(Publishers) Ltd., London.

Nugraha, U.S. and S. Soejadi. 1991. Evaluation on seed storability of soybean genotypes. **Indonesian J. Crop Sci**. 6: 1-10.

Qun, S., J.H. Wang and B.Q. Sun. 2007. Advances on seed vigor physiological and genetic mechanisms. **Agr. Sci. China** 6 (9): 1060-1066.

Potts, H.C., J. Duangpatra, W.G. Hairston and J.C. Deoluche. 1978. Some influence of hardheadedness on soybean seed quality. **Crop Sci.** 18: 221-224.

Priestley, D.J. 1986. **Seed Ageing: implication for seed storage and persistence in the soil**. Cornell University Press, New York.

Scott, E.S., U.G. Laura, M.L. Maria, P. Mike and D.P. Dean. 2004. Vitamin E is essential for seed longevity and for preventing lipid peroxidation during germination. **The Plant Cell.** 16: 1419-1432.

Smith, M.T. and P. Berjak. 1995. Deteriorative changes associated with loss of viability of stored desiccation and desiccation-sensitive seeds, pp. 701 – 746. *In* Kigel J. and G. Galili, eds. **Seed Development and Germination**. Mercel Dekker Inc., New York

Starzinger, E.K. and S.H. West. 1982. An observation on the relationship of soybean seed coat color to viability maintenance. **Seed Sci. & Technol.** 10: 301-305.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sung, J. M. 1996. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging in soybean seeds during aging. **Physiologia Plantarum**. 97: 85–89.

Sung, J.M. and C.C. Chiu. 1995. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes of naturally aged soybean seed. **Plant Sci**. 110 (1): 45-52.

Takahashi, R., E.R. Benitez, H. Funatsuki and S. Ohnishi. 2005. Soybean maturity and pubescence color genes improve chilling tolerance. **Crop Sci**. 45: 1387 – 1393.

TeKrony, D.M., D.B. Egli and A.D. Philips. 1980. Effect of field weathering on the viability and vigor of soybean seed. **Agron. J**. 72: 749-753.

Thiraporn, P., M. Srisodsuk and N. Ratanadilok. 1986. Some techniques to determine wheat seed vigor among varieties. *In* **The 21st ISTA Congress. International Seed Testing Association.** Brisbane, Australia.

Thiraporn, P., T. Takano and A. Choomai. 1985. High temperature resistance of yard long bean seeds (*Vigna unguiculata* L.). *In* **The 3rd International Society for Horticultural Science, Seed Symposium**, **Seed Research in Horticulture**. Geisenheim, Germany.

Thomison, P.R., M.M. Kulik and D.A. Morris. 1990. Influence of etched seed coat on *Phomopsis* infection and electrolytic leakage of soybean seeds. **J. Seed Technol**. 13: 150-155.

Van de Verter, H.A. 1995. **Seed Vigour Testing Seminar**. International Seed Testing Association. Zurich. Switzerland.

Vieira, R.D., A.S. Neto, S.R.M. Bittencourt and M. Panobianco. 2004. Electrical conductivityof the seed soaking solution and soybean seedling emergence**. Sci. Agr**. 61 (2): 164-168.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Viera, R.D., J.A. Paiva-Aguero, D. Perecin and S.R.M. Bittencourt. 1999. Correlation of electrical conductivity and other vigor tests with field emergence of soybean seedlings. **Seed Sci. & Technol.** 27: 67-75.

Wein, H.C. and E.A. Kueneman. 1981. Soybean seed deterioration in the tropics. Varietal differences and techniques for screening. **Field Crop Res.** 4: 123-132.

Wessel-Beaver, L., R.H. Bock and R.J. Lambert. 1984. Rapid method for measuring kernel density. **Agron. J**. 76: 307-309.

Wheatley, R.A. 2000. Some recent trends in the analytical chemistry of lipid peroxidation. **Trends Anal. Chem.** 19: 617-628.

Win, N.P.P., P. Sripichitt, W. Chanprasert, V. Hongtrakul and C. Phumichai. 2009. Evaluation of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] sermplasm for field weathering resistance using seed quality and SCAR markers. **Kasetsart J. (Nat. Sci.)** 43 (4): 629-641.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 การกำหนดระยะเจริญเติบโตทางการสืบพันธุ์ (Reproductive stage, R-stage) ของถั่วเหลือง (Fehr and Caviness, 1977)

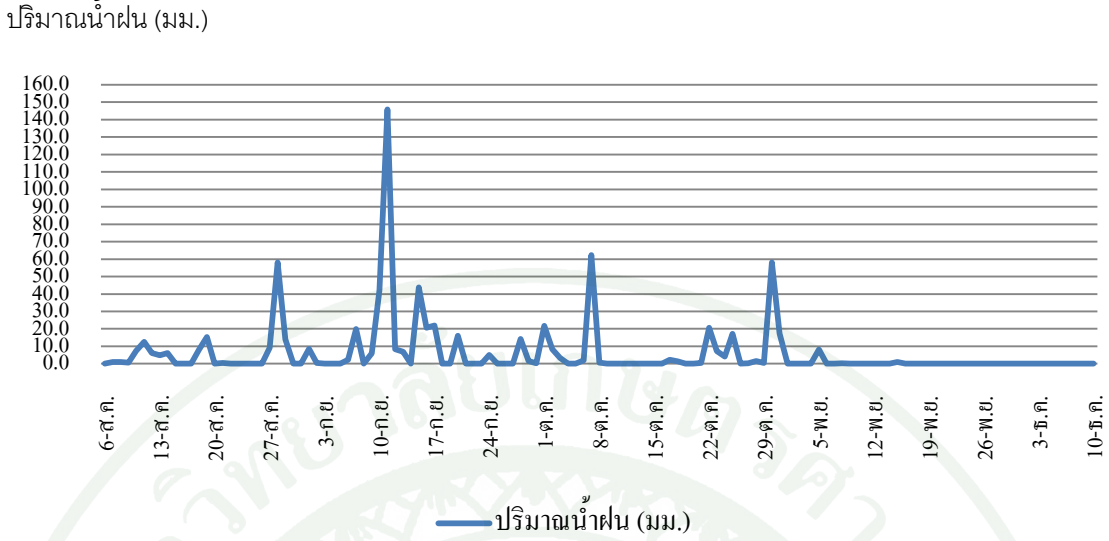
ระยะ	ชื่อระยะ	รายละเอียดลักษณะ
R1	Beginning bloom	ดอกแรกบานบนข้อใดข้อหนึ่งของลำต้น
R2	Full bloom	มีดอกบานบนข้อใดข้อหนึ่งของ 2 ข้นบนสุดของลำต้นที่มีใบเจริญเต็มที่
R3	Beginning pod	มีฝักยาว 5 มิลลิเมตร บนข้อใดข้อหนึ่งของ 2 ข้อบนสุดของลำต้นที่มีใบเจริญเติมที่
R4	Full pod	มีฝักยาว 2 เซนติเมตร บนข้อใดข้อหนึ่งของ 4 ข้อบนสุดของลำต้นที่มีใบเจริญเติมที่
R5	Beginnig seed	มีเมล็ดยาวขนาด 3 มิลลิเมตร ในฝักที่ติดอยู่ในข้อใดข้อหนึ่งใน 4 ข้อบนสุดของลำต้นที่มีใบกางเต็มที่
R6	Full seed	มีเมล็ดใดเมล็ดหนึ่งโตเต็มที่ในฝักที่อยู่บนข้อใดข้อหนึ่งของ 4 ข้อบนสุดของลำต้นที่มีใบเจริญเต็มที่
R7	Beginning maturity	มีฝักใดฝักหนึ่งบนลำต้นสุกแก่เปลี่ยนสีน้ำตาล
R8	Full maturity	มีฝักสุกแก่เปลี่ยนสีน้ำตาลหรือดำ 95 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนฝักทั้งต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

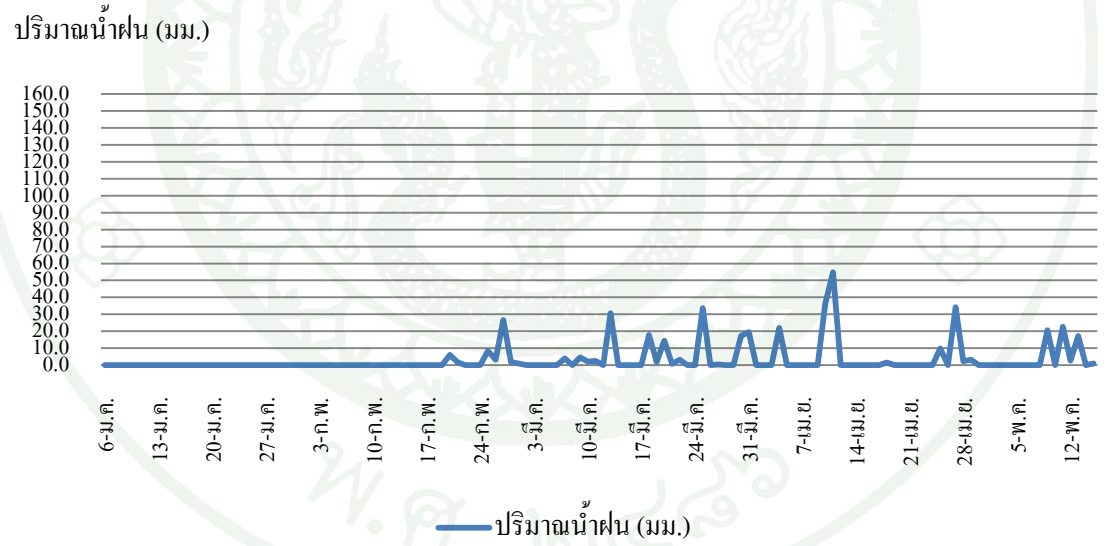
ตารางผนวกที่ 2 วันเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่ปลูกในปลายฤดูฝนปี 2551 (27 ส.ค. 2551) และฤดูแล้ง 2551 (8 ม.ค. 2552) ที่ระยะ PM และระยะ HM ของแต่สายพันธุ์/พันธุ์

สายพันธุ์ /พันธุ์	ปลายฤดูฝน 2551		ฤดูแล้ง 2551	
	PM	HM	PM	HM
KUSL3802-1	21 พ.ย. 2551	3 ธ.ค. 2551	15 เม.ย. 2552	28 เม.ย. 2552
KUSL3802-4	18 พ.ย. 2551	1 ธ.ค. 2551	15 เม.ย. 2552	28 เม.ย. 2552
KUSL3802-6	12 พ.ย. 2551	24 พ.ย. 2551	12 เม.ย. 2552	24 เม.ย. 2552
NS 1 1-12	12 พ.ย. 2551	24 พ.ย. 2551	12 เม.ย. 2552	24 เม.ย. 2552
ST2 34-1	16 พ.ย. 2551	29 พ.ย. 2551	18 เม.ย. 2552	30 เม.ย. 2552
KUSL20004	16 พ.ย. 2551	29 พ.ย. 2551	15 เม.ย. 2552	30 เม.ย. 2552
SJ5	18 พ.ย. 2551	30 พ.ย. 2551	15 เม.ย. 2552	30 เม.ย. 2552
CM60	22 พ.ย. 2551	3 ธ.ค. 2551	20 เม.ย. 2552	1 พ.ค. 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

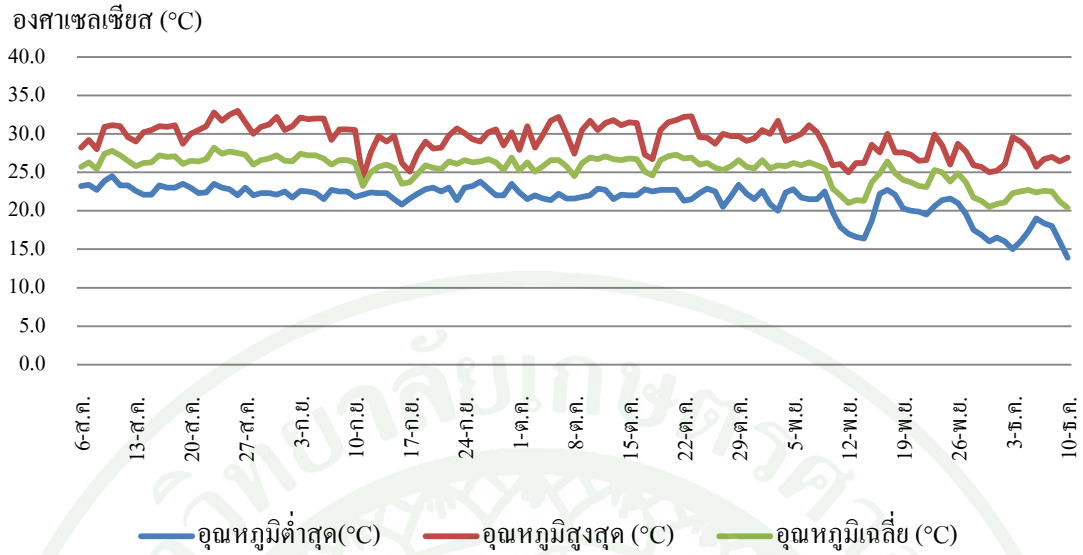


ภาพผนวกที่ 1 ปริมาณน้ำฝน (มม.) ระหว่างเดือนสิงหาคม – ตุลาคม 2551
ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

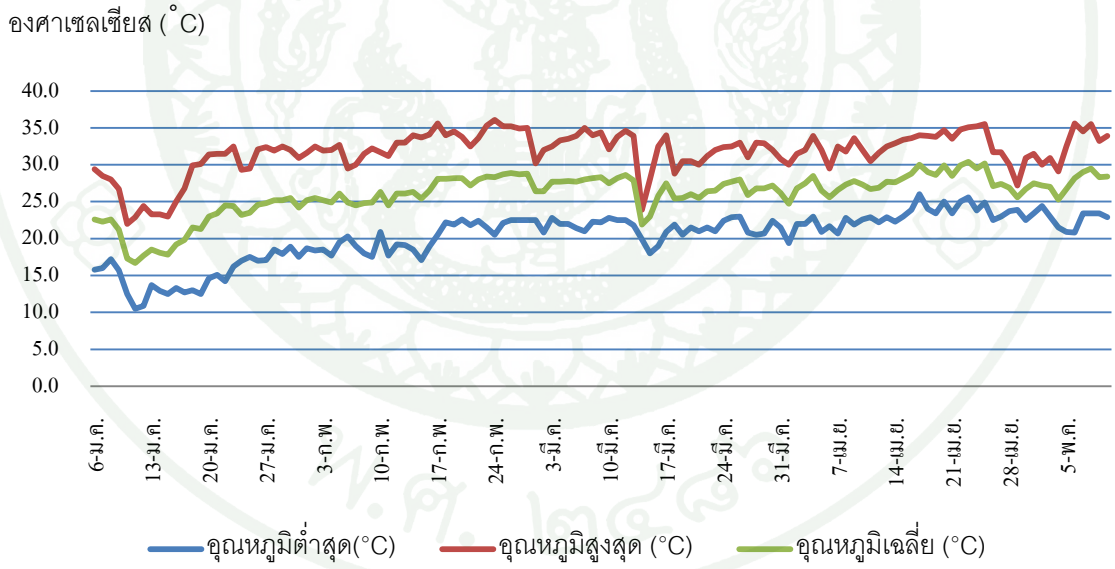


ภาพผนวกที่ 2 ปริมาณน้ำฝน (มม.) ระหว่างเดือน มกราคม-พฤษภาคม 2552
ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ.นครราชสีมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

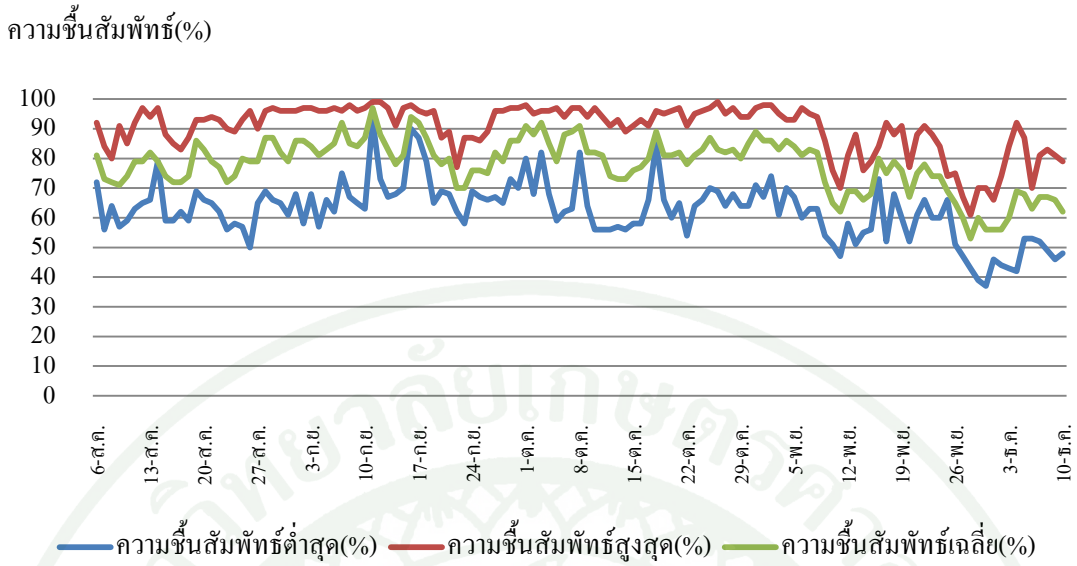


ภาพผนวกที่ 3 อุณหภูมิต่ำสุด สูงสุด และเฉลี่ย ระหว่างเดือน สิงหาคม–ธันวาคม 2551 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ.นครราชสีมา

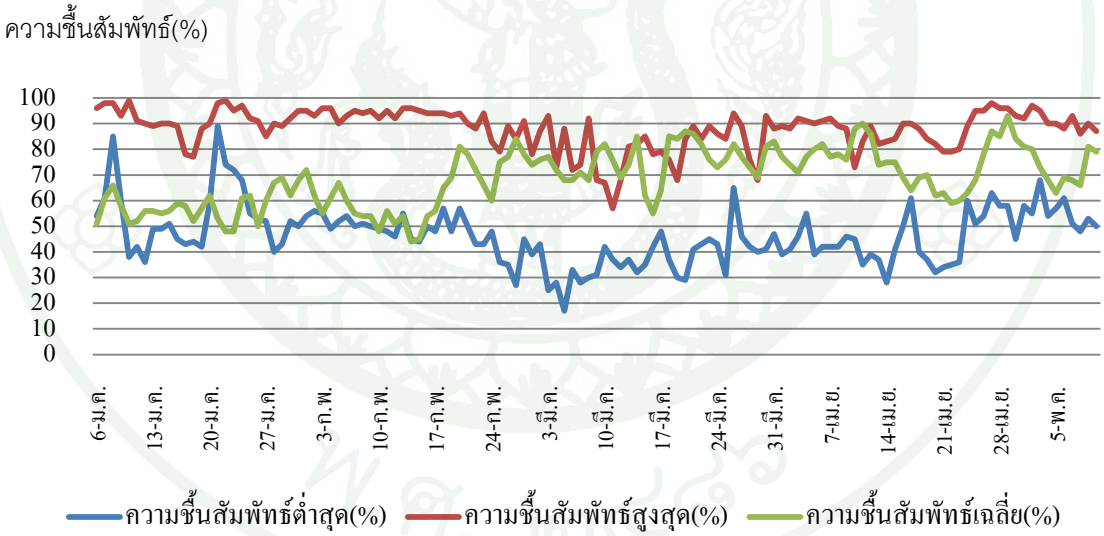


ภาพผนวกที่ 4 อุณหภูมิต่ำสุด สูงสุด และเฉลี่ย ระหว่างเดือนมกราคม – พฤษภาคม 2552 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ.นครราชสีมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 5 ความชื้นสัมพัทธ์ (%) ต่ำสุด สูงสุดและเฉลี่ย ระหว่างเดือนสิงหาคม-ธันวาคม 2551 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ.นครราชสีมา



ภาพผนวกที่ 6 ความชื้นสัมพัทธ์ (%) ต่ำสุด สูงสุดและเฉลี่ย ระหว่างเดือนมกราคม–พฤษภาคม 2552 ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ.นครราชสีมา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายธีรเดช เกลียวกลม
เกิดวันที่	11 กรกฎาคม 2526
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดแพร่
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตรเกษตร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานในปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์